



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Sistema de recomendación de libros basado en ontologías asociadas a tesauros: el caso de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

TESIS

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

AUTOR

Denis Gianpier HUAMÁN ACUÑA

ASESOR

Carlos Alberto CÁNEPA PÉREZ

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huamán, D. (2019). *Sistema de recomendación de libros basado en ontologías asociadas a tesauros: el caso de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas. Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

CÓDIGO ORCID DEL AUTOR: No tengo.

CÓDIGO ORCID DEL ASESOR: <https://orcid.org/0000-0003-4051-4164>

DNI DEL AUTOR: 47964407

GRUPO DE INVESTIGACIÓN: Soluciones Racionales Sanmarquinas (SOLRASAN).

INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA COMUNICACIÓN: No fue financiado.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN. DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Lima, Lima, Lima, Perú.

Coordenadas: -12.053348, -77.085139

AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCÓ: 2017 al 2019.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA
Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas

Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las...^{9:30}...horas del día ²¹ de febrero del año 2019 se reunieron los docentes designados como miembros de Jurado de Tesis, presidido por la Mg. Virginia Vera Pomalaza (Presidenta), el Lic. Adegundo Mario Cámara Figueroa (Miembro) y el Mg. Carlos Alberto Cánepa Pérez (Miembro Asesor) para la sustentación de la Tesis Intitulada: **"Sistema de recomendación de libros basado en ontologías asociadas a tesauros: el caso de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos"**, del Bachiller: **Denis Gianpier Huamán Acuña**; para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Acto seguido de la exposición de la Tesis, la Presidenta invitó al Bachiller a dar las respuestas a las preguntas establecidas por los Miembros del Jurado.

El Bachiller en el curso de sus intervenciones demostró pleno dominio del tema, al responder con acierto y fluidez a las observaciones y preguntas formuladas por los señores miembros del Jurado.

Finalmente habiéndose efectuado la calificación correspondiente por los miembros del Jurado, el bachiller obtuvo la nota de.....¹⁸..... (En letras).....^{dieciocho}.

A continuación la Presidenta del Jurado Mg. Virginia Vera Pomalaza, declara al Bachiller **Ingeniero de Sistemas**.

Siendo las...^{10:20}...horas, se levantó la sesión.

.....
Presidenta

Mg. Virginia Vera Pomalaza

.....
Miembro

Lic. Adegundo Mario Cámara Figueroa

.....
Miembro Asesor

Mg. Carlos Alberto Cánepa Pérez

Resumen

Los sistemas de recomendación están cobrando gran importancia en varias áreas de estudio sobre todo en el comercio electrónico, pero también en lo que respecta a la clasificación y recomendación de libros. La mayoría de bibliotecas posee un gran número de ejemplares, y esto se convierte en un problema para sus usuarios, porque, en algunos casos las bibliotecas poseen un sistema que ayuda a buscar entre los ejemplares de éste, pero no asegura que dicho ejemplar cumpla con los requerimientos de sus usuarios, además los usuarios no tienen la certeza de que el ítem lo ayude incrementar sus conocimientos, y los usuarios no pueden verificar la calidad del contenido del ítem seleccionado; la situación empeora si la biblioteca no posee sistema de biblioteca alguno. Este caso se ve reflejado en las bibliotecas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ya que no cuentan con una herramienta que apoye a los usuarios a seleccionar un libro que cumpla con sus requerimientos, incrementar sus conocimientos previos y poder verificar la calidad del contenido del libro. Como caso de estudio se diseñó e implementó un sistema de recomendación de libros en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática mediante la técnica de recomendación basada en Ontologías asociada a Tesauros. Para realizar ello se diseñó un modelo ontológico para la recomendación. Luego de su implementación se realizó una prueba piloto para demostrar la efectividad de las recomendaciones. Esto servirá para replicarlo a las demás bibliotecas de la universidad.

Palabras Claves: Sistemas de Recomendación, biblioteca, ontología, tesauro, conocimiento de usuario.

Abstract

The recommendation systems are gaining great importance in several areas of study especially in electronic commerce, but also in classification and recommendation of books. Most libraries have a large number of copies, and this becomes a problem for their users, because, in some cases the libraries have a system that helps to search among the copies of this one, but it does not ensure that this copy complies with the user's requirements, besides, users do not certainty that the item will help them increase their knowledge, and users cannot verify the quality of the selected item's content; the situation gets worse if the library does not have any library system. This case is reflected in the libraries of the National University of San Marcos, because they do not have a tool that supports users to select a book that complies their requirements, to increase their previous knowledge and to be able to verify the quality of the book's content. As a case study was designed and implemented a system of recommendation of books in the Library of the Faculty of Systems Engineering and Informatics through the recommendation technique based on Ontologies associated with Thesauruses. To do this, an ontological model was designed for the recommendation. A pilot test was carried out after its implementation to demonstrate the effectiveness of the recommendations. This will serve to replicate it to the other university libraries.

Key words: Recommendation systems, library, ontology, thesaurus, user knowledge.

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a Dios sobre todas las cosas por darme la fortaleza para continuar frente a las adversidades.

A mis padres, por su apoyo incondicional en todo momento de mi formación académica.

Al profesor Carlos A. Cánepa Pérez, por su asesoría y su apoyo para llevar acabo el presente trabajo de investigación.

Al personal de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática por su apoyo para llevar acabo las pruebas del sistema propuesto.

Índice

Resumen	2
Abstract	3
Agradecimientos	4
Índice de Gráficos	12
Índice de Figuras.....	13
Índice de Tablas	15
1 Capítulo I: Introducción	17
1.1 Antecedentes	17
1.2 Definición del problema	20
1.2.1 Situación problemática.....	20
1.2.1.1 Gran demanda de libros en las bibliotecas de la UNMSM	20
1.2.1.2 Sistema de consulta de libros de la Biblioteca de la FISI	21
1.2.1.3 Situación actual de Servicio de Referencia de la Biblioteca de la FISI..	21
1.2.2 Objeto del problema.....	21
1.2.3 Problema Principal.....	21
1.2.4 Problemas secundarios.....	21
1.3 Definición del Objetivo	21
1.3.1 Objetivo General.....	21
1.3.2 Objetivos secundarios	21
1.4 Justificación de la investigación.....	22
1.4.1 Ausencia de sistemas informáticos integrales en bibliotecas en la UNMSM	22
1.4.2 Influencia de los Sistemas de Recomendación en el mundo	23
1.4.3 Influencia del sistema de recomendación propuesto	24
1.4.4 Caso de estudio de aplicación del sistema propuesto	24
1.5 Limitaciones	24
1.5.1 Espacial	24
1.5.2 Social.....	24
1.5.3 Técnico.....	24
1.6 Organización de la tesis	24
2 Capítulo II: Marco Teórico	26
2.1 Tecnología a utilizar:	26
2.1.1 Sistemas de Recomendación	26
2.1.1.1 Definición.....	26

2.1.1.2	Taxonomía de los Sistemas de Recomendación.....	26
2.1.1.2.1	Sistemas de recomendación basados en contenidos.....	26
2.1.1.2.2	Sistemas de recomendación basados en filtrado colaborativo	27
2.1.1.2.3	Sistemas de recomendación Híbridos.....	27
2.1.1.2.4	Recomendaciones demográficas (Demographic).....	27
2.1.1.2.5	Recomendaciones basadas en el conocimiento (Knowledge based) ..	27
2.1.1.2.6	Recomendaciones basadas en utilidad (Utility based)	27
2.1.1.2.7	Sistemas de Recomendación Semánticas	27
2.1.1.2.7.1	Sistemas basados en ontologías o esquemas de conceptos	28
2.1.1.2.7.2	Sistemas adaptables al contexto	28
2.1.1.2.7.3	Sistemas basados en redes de confianza	28
2.1.1.3	Fases del proceso de un sistema de recomendación	28
2.1.1.3.1	Fase de recolección de información	28
2.1.1.3.1.1	Retroalimentación Explícita.....	29
2.1.1.3.1.2	Retroalimentación Implícita.....	29
2.1.1.3.1.3	Retroalimentación Híbrida	29
2.1.1.3.2	Fase de aprendizaje	29
2.1.1.3.3	Fase de predicción o recomendación.....	29
2.1.1.4	Técnicas de filtrado de un sistema de recomendación.....	30
2.1.1.4.1	Filtrado basado en contenido	30
2.1.1.4.2	Filtrado colaborativo	30
2.1.1.4.3	Filtrado Híbrido.....	30
2.1.2	Ontologías	31
2.1.2.1	Definición.....	31
2.1.2.2	Componentes de una ontología	31
2.1.2.2.1	Conceptos.....	31
2.1.2.2.2	Relaciones	32
2.1.2.2.3	Funciones	32
2.1.2.2.4	Axiomas	32
2.1.2.2.5	Instancias	33
2.1.2.3	Clasificación de las ontologías	33
2.1.2.3.1	Clasificación por Grado de Axiomatización.....	33
2.1.2.3.1.1	Ontologías Terminológicas	33
2.1.2.3.1.2	Ontologías Formales.....	33

2.1.2.3.2	Clasificación por Dependencia del Contexto.....	33
2.1.2.3.2.1	Ontologías de dominio.....	33
2.1.2.3.2.2	Ontologías generales.....	33
2.1.2.3.2.3	Ontologías genéricas.....	33
2.1.2.3.3	Clasificación por el Sujeto de Conceptualización.....	33
2.1.2.3.3.1	Ontologías de tareas.....	34
2.1.2.3.3.2	Ontologías de aplicación.....	34
2.1.2.3.3.3	Ontologías de representación de conocimiento	34
2.1.2.3.3.4	Ontologías de más Alto Nivel (Top-Level)	34
2.1.2.4	Lenguajes de ontologías.....	34
2.1.2.4.1	SHOE (Simple HTML Ontology Extensions)	35
2.1.2.4.2	OIL (Ontology Inference Layer).....	35
2.1.2.4.3	DAML y OIL (DAML-OIL).....	35
2.1.2.4.4	OWL (OWL Web Ontology Language).....	35
2.1.2.4.5	KIF (Knowledge Interchange Format)	36
2.1.3	Tesauros	36
2.1.3.1	Definición.....	36
2.1.3.2	Composición General	36
2.1.3.3	Elementos de los tesauros	37
2.1.3.4	Clases de Tesauros.....	37
2.1.4	Tecnología seleccionada	38
2.2	Benchmarking	39
2.2.1	Modelización de los criterios a considerar.....	39
2.2.2	Cálculo de la Razón de Consistencia.....	40
2.2.3	Cálculo de la valoración de las alternativas	44
2.2.4	Resultados del Benchmarking	51
3	Capítulo III: Estado del Arte.....	52
3.1	Casos de Éxito.....	52
3.1.1	Diseño de un Sistema de Recomendación en Repositorios de Objetos de Aprendizaje Basado en la Percepción del Usuario: Caso RODAS [M. CARO, +, 2011]	52
3.1.1.1	Autor(es)	52
3.1.1.2	Resumen.....	52
3.1.1.3	Tecnología.....	52
3.1.1.4	Metodología	52

3.1.1.5	Resultados	52
3.1.1.6	Conclusiones	53
3.1.2	Book Recommendation Based on Library Loan Records and Bibliographic Information [K. TSUJI, +, 2014]	53
3.1.2.1	Autor(es)	53
3.1.2.2	Resumen.....	54
3.1.2.3	Tecnología.....	54
3.1.2.4	Resultados	54
3.1.3	Building a Book Recommender system using time based content Filtering [C. RANA, +, 2012].....	54
3.1.3.1	Autor(es)	54
3.1.3.2	Resumen.....	54
3.1.3.3	Metodología	55
3.1.3.4	Resultados	55
3.1.4	Escaping your comfort zone: A graph-based recommender system for finding novel recommendations among relevant ítems [K. LEE, +, 2014].....	56
3.1.4.1	Autor(es)	56
3.1.4.2	Resumen.....	56
3.1.4.3	Metodología	56
3.1.4.4	Resultados	56
3.1.5	Plataforma de Recomendación de Contenidos Para Libros Electrónicos Inteligentes Basadas en el Comportamiento de los Usuarios [J. LOPEZ, +, 2011]	56
3.1.5.1	Autor(es)	56
3.1.5.2	Resumen.....	57
3.1.5.3	Metodología	57
3.1.5.4	Resultados	57
3.1.6	Personalización en Recomendadores Basados en Contenido y su Aplicación a Repositorios de Objetos de Aprendizaje [A. RUIZ, +, 2010]	57
3.1.6.1	Autores:.....	57
3.1.6.2	Resumen:.....	57
3.1.6.3	Tecnología.....	57
3.1.6.4	Metodología	57
3.1.6.5	Conclusiones	58
4	Capítulo IV: Aporte Teórico.....	59
4.1	Sistema de biblioteca actual de la FISI.....	59
4.2	Sistema de recomendación de libros propuesto	60

4.3	Diagrama general de la solución	63
4.3.1	Diagrama general de la primera recomendación de libros	63
4.3.2	Diagrama general de la recomendación por descriptores	64
4.3.3	Diagrama general de la calificación del libro	64
4.4	Análisis de la Solución	65
4.4.1	Requerimientos funcionales	65
4.4.2	Actores del sistema propuesto	65
4.4.3	Matriz de Requisitos vs Casos de Uso	66
4.4.4	Diagrama de paquetes del sistema	67
4.4.5	Casos de uso del sistema	68
4.4.6	Modelo ontológico seleccionado para la recomendación de libros	71
4.5	Diseño de la solución	73
4.5.1	Especificación de casos de uso	73
4.5.1.1	Registrar asociación entre libros y cursos	73
4.5.1.2	Registrar asociación entre libros y descriptores	74
4.5.1.3	Registrar asociación entre descriptores	74
4.5.1.4	Recomendar libros	75
4.5.1.5	Consultar pedidos	78
4.5.1.6	Aceptar pedido	79
4.5.1.7	Rechazar pedido	79
4.5.1.8	Registrar devolución de pedido	80
4.5.2	Diagrama de componentes del sistema propuesto	80
4.5.2.1	RestDescriptor	81
4.5.2.2	RestLibros	81
4.5.2.3	RestPedidos	81
4.5.2.4	RestUsuario	81
4.5.2.5	RestOrquestador	82
4.5.3	Diagrama de despliegue del sistema propuesto	82
4.5.4	Diseño del OWL	82
4.5.4.1	Herramienta para consultar el OWL	82
4.5.4.2	Instancias del OWL	83
4.5.4.3	Relaciones entre descriptores	83
4.5.4.4	Relación entre libros, descriptores y cursos	84
5	Capítulo V: Aporte Práctico	86

5.1	Modelo de sentimiento creado en Meaning Cloud.....	86
5.2	Implementación de la solución.....	87
5.2.1	Recursos involucrados en la implementación de la solución.....	87
5.2.2	Vistas del Sistema.....	88
5.2.2.1	Registro de asociación entre libros y cursos	88
5.2.2.2	Registro de asociación entre libros y descriptores	90
5.2.2.3	Registro de asociación entre descriptores	91
5.2.2.4	Recomendación de libros	92
5.2.2.5	Consulta de pedidos	97
5.2.2.6	Registro de devolución de pedido	98
5.2.3	Servicios web del componente biblios-ws	99
5.2.3.1	Recomendar primeros libros	99
5.2.3.2	Recomendar libros por curso.....	101
5.2.3.3	Recomendar libros por descriptores	102
5.2.3.4	Obtener comentarios del libro	103
5.2.3.5	Procesar petición	104
5.2.3.5.1	Solicitar libro.....	104
5.2.3.5.2	Aceptar pedido	106
5.2.3.5.3	Devolver pedido	108
6	Capítulo VI: Validación	110
6.1	Base teórica de la evaluación	110
6.2	Proceso de validación	110
6.2.1	Determinación de datos cualitativos	110
6.2.2	Determinación de grupo de usuarios	111
6.2.3	Ejecución de la prueba	111
6.2.4	Resultados	114
6.2.4.1	Nivel de entendimiento del libro	114
6.2.4.2	Nivel de actualización del libro	115
6.2.4.3	Nivel teórico del libro	115
6.2.4.4	Nivel práctico del libro	116
6.2.4.5	Calidad de los comentarios	116
6.3	Constancia de validación	118
7	Capítulo VII: Conclusiones	121
7.1	Conclusiones	121

7.2	Recomendaciones	121
7.3	Trabajos futuros.....	121
	Referencias Bibliográficas	122

Índice de Gráficos

Gráfico 1.1 Número de ejemplares de las principales bibliotecas del mundo [D. HUAMÁN, +, 2018]	17
Gráfico 1.2 Frecuencia de Uso del SRD [S. NARANJO, +, 2008]	18
Gráfico 1.3 Calificación de respuesta obtenida por el SRD [S. NARANJO, +, 2008]	18
Gráfico 1.4 Consultas de libros por facultad de la UNMSM, 2016 [Adaptación de [COMPENDIOUNMSM, 2017]]	20
Gráfico 1.5 Formas de recomendación de libros, tesis y/o revistas científicas de las facultades de la UNMSM, 2018 [Fuente propia].....	23
Gráfico 3.1 Efecto de la Diversidad [C. RANA, +, 2012]	55
Gráfico 3.2 Efecto del tiempo o temporal [C. RANA, +, 2012]	55
Gráfico 6.1 Calificaciones de las recomendaciones de libros según el nivel de entendimiento del libro [Fuente propia]	115
Gráfico 6.2 Calificaciones de las recomendaciones de libros según el nivel de actualización del libro [Fuente propia].....	115
Gráfico 6.3 Calificaciones de las recomendaciones de libros según el nivel teórico del libro [Fuente propia]	116
Gráfico 6.4 Calificaciones de las recomendaciones de libros según el nivel práctico [Fuente propia]	116
Gráfico 6.5 Calificaciones de las recomendaciones de libros según comentarios de los usuarios [Fuente propia].....	117

Índice de Figuras

Figura 2.1 Taxonomía de los Sistemas de Recomendación [Elaborado con datos de [E. NÚÑEZ, 2012]]	26
Figura 2.2 Fases de la Recomendación [F.O. ISINKAYE, +, 2015].....	30
Figura 2.3 Técnicas de Recomendación [F.O. ISINKAYE, +, 2015]	31
Figura 2.4 Componentes de una ontología [M. ANGELES, 2010]	32
Figura 2.5 Papel que cumplen las ontologías dentro de la Web Semántica [D. CARIDAD, +, 2014]	34
Figura 2.6 Sección alfabética de un tesoro [M. SILVESTRINI, 2007]	37
Figura 3.1 Fragmento de la ontología del campo “Programación” propuesto por [A. RUIZ, +, 2010]	58
Figura 4.1 Búsqueda de libro en el sistema actual de la Biblioteca de la FISU [Fuente propia]	59
Figura 4.2 Proceso de devolución del libro pedido con el sistema actual [Fuente propia] ..	60
Figura 4.3 Proceso de recomendación de libros con el sistema propuesto [Fuente propia]	61
Figura 4.4 Proceso de consulta de pedidos de libros [Fuente propia]	62
Figura 4.5 Proceso de devolución y calificación del libro [Fuente propia]	63
Figura 4.6 Diagrama general de la primera recomendación de libros [Fuente propia]	63
Figura 4.7 Diagrama general para la recomendación de libros por descriptores o cursos [Fuente propia]	64
Figura 4.8 Diagrama general para la calificación del libro [Fuente propia]	65
Figura 4.9 Diagrama de actores del sistema [Fuente propia]	66
Figura 4.10 Diagrama de paquetes del sistema [Fuente propia]	68
Figura 4.11 Diagrama de casos de uso de la Gestión de usuarios [Fuente propia]	68
Figura 4.12 Diagrama de casos de uso de Gestión de libros [Fuente propia]	69
Figura 4.13 Diagrama de casos de uso de Gestión de ontología [Fuente propia]	70
Figura 4.14 Diagrama de casos de uso de Gestión de recomendación [Fuente propia]	70
Figura 4.15 Diagrama de casos de uso de Gestión de pedidos [Fuente propia]	71
Figura 4.16 Modelo ontológico para la recomendación de libros [D. HUAMÁN, +, 2018]	72
Figura 4.17 Diagrama de componentes del sistema propuesto [Fuente propia]	81
Figura 4.18 Diagrama de despliegue del sistema propuesto [Fuente propia]	82
Figura 4.19 Ejemplo de índice de libro [D. HUAMÁN, +, 2018]	83
Figura 4.20 Representación gráfica de relación entre libro, descriptores y cursos en el modelo ontológico propuesto [D. HUAMÁN, +, 2018]	84
Figura 5.1 Modelo de sentimiento creado en Meaning Cloud [Fuente propia]	86
Figura 5.2 Recursos involucrados en la implementación de la solución [Fuente propia] ...	88
Figura 5.3 Pantalla de registro de asociación entre libros y cursos [Fuente propia]	89
Figura 5.4 Pantalla para registrar asociación entre libros y cursos por medio de archivo Excel [Fuente propia]	89
Figura 5.5 Pantalla para consultar los cursos relacionados a los libros [Fuente propia]	90
Figura 5.6 Pantalla de registro de asociación entre libros y descriptores [Fuente propia]...	90
Figura 5.7 Pantalla para registrar asociación entre libros y descriptores por medio de archivo Excel [Fuente propia]	91

Figura 5.8 Pantalla para consultar y eliminar la relación entre libros y descriptores [Fuente propia]	91
Figura 5.9 Pantalla de registro de asociación entre descriptores [Fuente propia]	92
Figura 5.10 Pantalla inicial de la recomendación de libros [Fuente propia]	93
Figura 5.11 Pantalla de los campos de estudio disponibles [Fuente propia]	93
Figura 5.12 Pantalla de los cursos disponibles [Fuente propia]	94
Figura 5.13 Pantalla de los libros recomendados por el sistema [Fuente propia]	94
Figura 5.14 Pantalla de puntajes de calificación del libro recomendado [Fuente propia] ...	95
Figura 5.15 Pantalla de los comentarios del libro [Fuente propia]	95
Figura 5.16 Pantalla para seleccionar el campo de calificación de los libros [Fuente propia]	96
Figura 5.17 Pantalla del gráfico de barras que compara las calificaciones de nivel práctico de los libros [Fuente propia]	96
Figura 5.18 Pantalla para seleccionar los libros para comparar número de pedidos [Fuente propia]	97
Figura 5.19 Pantalla del gráfico de barras que compara el número de pedidos de los libros [Fuente propia]	97
Figura 5.20 Pantalla de la consulta de pedidos [Fuente propia]	98
Figura 5.21 Pantalla para buscar al usuario en la devolución de pedidos [Fuente propia] ..	98
Figura 5.22 Pantalla del registro de devolución de pedido [Fuente propia]	99
Figura 6.1 Constancia del proceso de validación, 2018 (1) [Fuente propia]	118
Figura 6.2 Constancia del proceso de validación, 2018 (2) [Fuente propia]	119
Figura 6.3 Constancia del proceso de validación, 2018 (3) [Fuente propia]	120

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Criterios a evaluar para cada técnica [Fuente propia]	39
Tabla 2.2 Alternativas de las Técnicas posibles a usar [Fuente propia]	39
Tabla 2.3 Escala de preferencias [G. TOSKANO, 2005]	40
Tabla 2.4 Matriz de comparación de criterios [Fuente propia]	40
Tabla 2.5 Valores del Índice Aleatorio (IA) [W. WINSTON, 2004]	44
Tabla 2.6 Matriz de comparación según el criterio de "Minimización del Problema Cold-Start" [Fuente propia]	45
Tabla 2.7 Matriz de comparación según el criterio de "Minimización del problema de Nuevo Usuario" [Fuente propia]	46
Tabla 2.8 Matriz de comparación según el criterio de "Esfuerzo del usuario" [Fuente propia]	47
Tabla 2.9 Matriz de comparación según el criterio de "Precisión de recomendación" [Fuente propia]	48
Tabla 2.10 Matriz de comparación según el criterio de "Trabajo con ítems físicos" [Fuente propia]	50
Tabla 3.1 Cuadro de aceptación de OA recomendados [M. CARO, +, 2011]	53
Tabla 4.1 Requerimientos funcionales del sistema propuesto [Fuente propia]	65
Tabla 4.2 Actores del sistema [Fuente propia]	66
Tabla 4.3 Matriz de Requisitos vs Casos de Uso [Fuente propia]	67
Tabla 4.4 Descripción de los casos de uso de la Gestión de Usuarios [Fuente propia]	68
Tabla 4.5 Descripción de los casos de uso de la Gestión de libros [Fuente propia]	69
Tabla 4.6 Descripción de los casos de uso de Gestión de ontología [Fuente propia]	69
Tabla 4.7 Descripción de los casos de uso de Gestión de recomendación [Fuente propia] ..	70
Tabla 4.8 Descripción de los casos de uso de Gestión de pedidos [Fuente propia]	71
Tabla 4.9 Especificación de CUS: Registrar asociación entre libros y cursos [Fuente propia]	73
Tabla 4.10 Especificación de CUS: Registrar asociación entre libros y descriptores [Fuente propia]	74
Tabla 4.11 Especificación de CUS: Registrar asociación entre descriptores [Fuente propia]	75
Tabla 4.12 Especificación de CUS: Recomendar libros [Fuente propia]	78
Tabla 4.13 Especificación de CUS: Consultar pedidos [Fuente propia]	79
Tabla 4.14 Especificación de CUS: Aceptar pedidos [Fuente propia]	79
Tabla 4.15 Especificación de CUS: Rechazar pedidos [Fuente propia]	79
Tabla 4.16 Especificación de CUS: Registrar devolución de pedido [Fuente propia]	80
Tabla 5.1 Niveles de polaridad del servicio Meaning Cloud [Elaborado con datos de www.meaningcloud.com]	86
Tabla 5.2 Valores de polaridad de comentario retornado por el servicio de Meaning Cloud [Elaborado con datos de www.meaningcloud.com]	87
Tabla 5.3 Calificación asignada por polaridad [Fuente propia]	87
Tabla 5.4 Descripción del servicio "Recomendar primeros libros" [Fuente propia]	100
Tabla 5.5 Descripción del servicio "Recomendar libros por curso" [Fuente propia]	101
Tabla 5.6 Descripción del servicio "Recomendar libros por descriptores" [Fuente propia]	102
Tabla 5.7 Descripción del servicio "Obtener comentarios del libro" [Fuente propia]	103

Tabla 5.8 Descripción del servicio "Procesar petición" para solicitar un libro [Fuente propia]	105
Tabla 5.9 Descripción del servicio "Procesar petición" para aceptar un pedido [Fuente propia]	107
Tabla 5.10 Descripción del servicio "Procesar petición" para devolver un libro [Fuente propia]	109
Tabla 6.1 Intervalo de puntajes para calificar un libro [Fuente propia].....	111
Tabla 6.2 Tabla de calificaciones de los usuarios a cerca de los libros pedidos [Fuente propia]	114

Capítulo I: Introducción

1.1 Antecedentes

Actualmente, la cantidad de libros en las bibliotecas universitarias es grande, como se puede ver en el Gráfico 1.1, por lo tanto es mucho más complicado buscar una adecuada referencia para un determinado tema de estudio. Por ejemplo, según se indica en [ALGARABIA, 2018]:

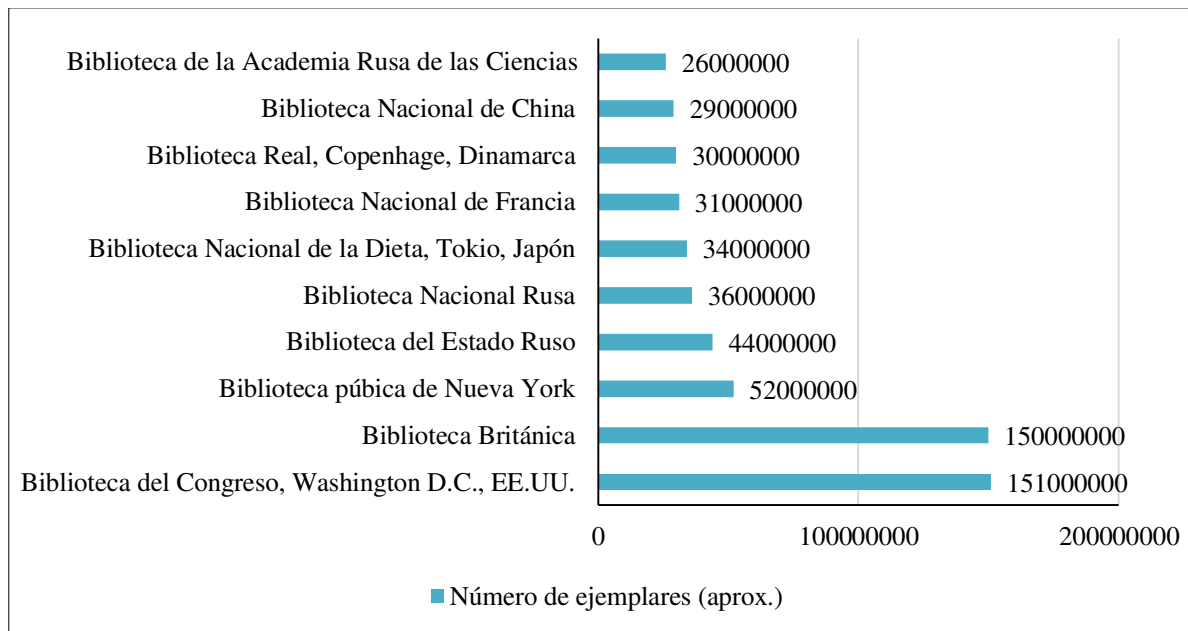


Gráfico 1.1 Número de ejemplares de las principales bibliotecas del mundo [D. HUAMÁN, +, 2018]

Según como se señaló en [D. HUAMÁN, +, 2018], se han realizado investigaciones para solucionar el problema de la búsqueda en un gran número de ejemplares. Además, como se indica en [S. NARANJO, +, 2008], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], las NTIC's (Nuevas Tecnologías De Información y Comunicación) ayudaron a la Biblioteca María Cristina Niño de Michelsen en la mejora de sus servicios para automatizar algunos procesos administrativos, pero no fue importante para el desarrollo de nuevos servicios de información. El problema de la biblioteca en mención fue el atraso en la prestación de servicios de referencia electrónicos, esto no permitió a que los alumnos cuenten con obras de consulta digitales y herramientas que les permita localizar información puntual. La solución a este problema fue el diseño de un servicio de referencia digital para la biblioteca, de tal forma que se apoya a los usuarios no preferenciales y así ampliar los canales de interacción y comunicación entre ellos y la biblioteca. Luego de ello, la cantidad de consultas aumentó y el proyecto fue viable para los usuarios presenciales y remotos. Para demostrar ello se realizó una encuesta a 20 personas y se obtuvo los siguientes resultados:

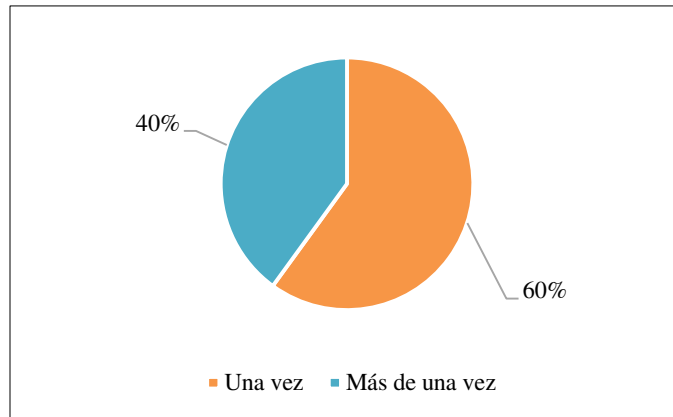


Gráfico 1.2 Frecuencia de Uso del SRD [S. NARANJO, +, 2008]

En el Gráfico 1.2 podemos ver que las personas por lo menos han usado una vez el Servicio de Referencia Digital (SRD).

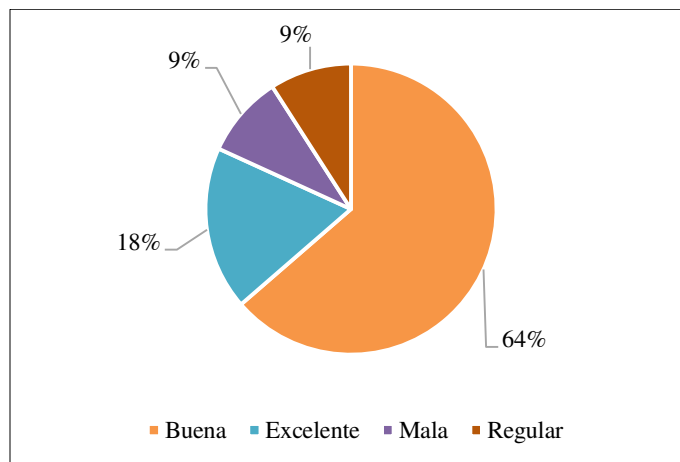


Gráfico 1.3 Calificación de respuesta obtenida por el SRD [S. NARANJO, +, 2008]

En el Gráfico 1.3 muestra que el 91% de encuestados calificaron la respuesta del SRD como adecuada.

También se realizó un trabajo de investigación en la Universidad de Tsukuba, en Japón, como indica [K. TSUJI, +, 2014], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], con la finalidad de mostrar la efectividad de utilizar el récord de préstamos de libros y la información del contenido de los libros para los sistemas de recomendación de libros. Para su demostración participaron 32 estudiantes de la universidad con una muestra de libros de la misma. Entre el 2 de Enero del 2006 al 31 de Marzo del 2012 se obtuvo 2'324,418 récords de préstamos de la biblioteca, estudiantes de pregrado revisaron 999,630 libros, estudiantes graduados revisaron 1'294,012 libros y 30,776 fueron revisados por otro tipo de patrones. Dicha investigación demostró que si se considera el código Nippon Decimal Clasification (NDC), el título del libro y el récord de préstamo del mismo tiene mejor proporción de recomendación.

Desde el siglo XX se originaron los servicios de referencias en China, como indica [J. XIE, +, 2015], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018]. Además, Tsing Hua University en Beijing fundó el primer departamento de referencia moderno en China en la década de 1920. Entre los años 1970 y 1980, China dio reglamentos con respecto a los servicios de bibliotecas, por ejemplo, Work Regulations for Libraries in Higher Education in the People's Republic of China (1981) y Regulations for Libraries in Regular Institutions in Higher Education (1987).

1.2 Definición del problema

1.2.1 Situación problemática

Para poder visualizar mejor el panorama del problema, primero nos centraremos en el caso de la gran demanda de libro en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), luego en el caso de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática (FISI).

1.2.1.1 Gran demanda de libros en las bibliotecas de la UNMSM

Según [COMPENDIOUNMSM, 2017], en 2016 la demanda de libros en la Facultad de Medicina de la UNMSM fue de 60,314 libros (ver Gráfico 1.4) y en total existen 314,724 consultas de libros. En vista que la demanda de libros es grande, el usuario de la biblioteca debe tener la certeza que el libro consultado cumpla con sus requerimientos.

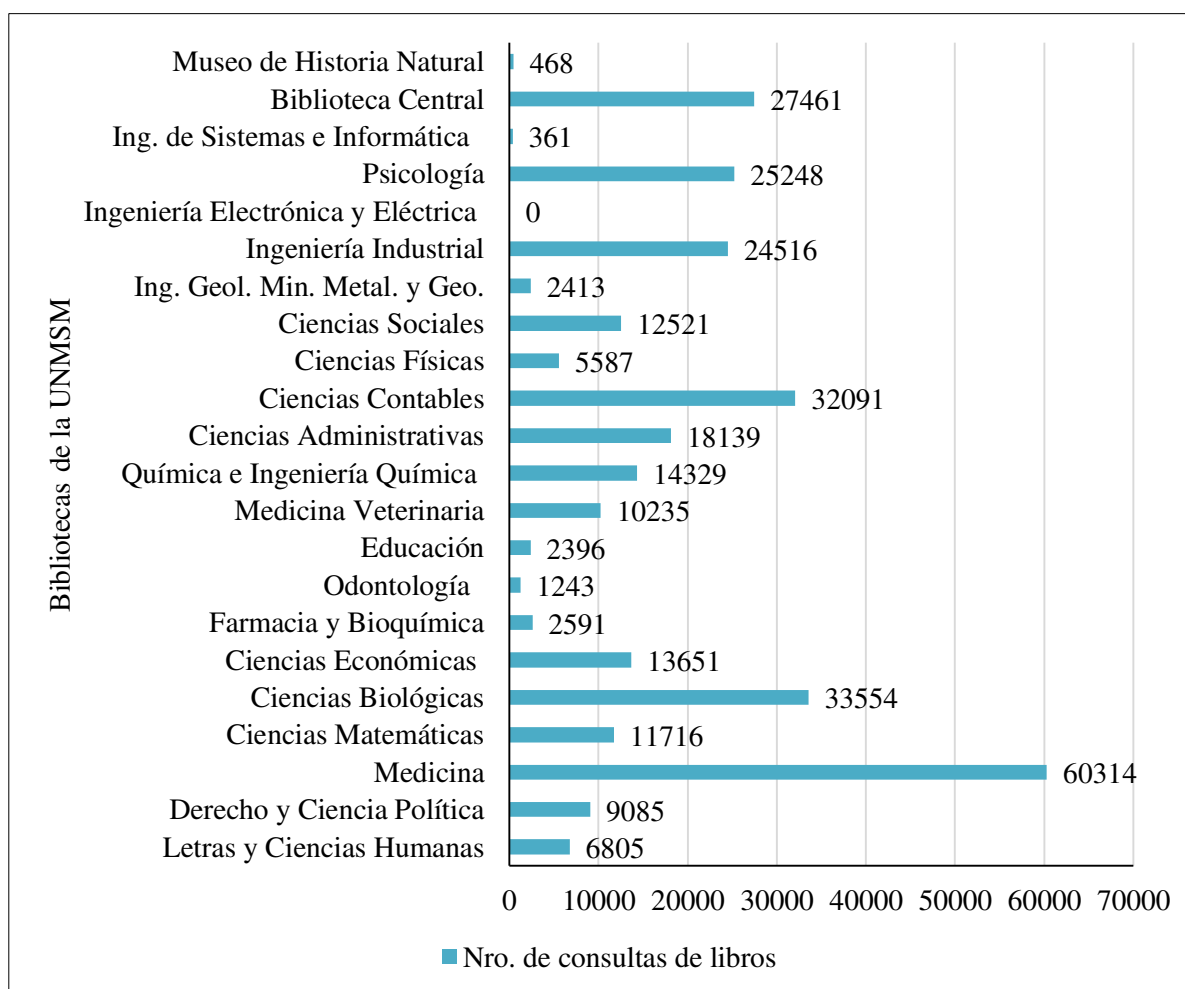


Gráfico 1.4 Consultas de libros por facultad de la UNMSM, 2016 [Adaptación de [COMPENDIOUNMSM, 2017]]

1.2.1.2 Sistema de consulta de libros de la Biblioteca de la FISI

Un caso específico del problema se puede visualizar en la Biblioteca de la FISI de la UNMSM, donde el sistema actual con el que cuenta la biblioteca es un sistema que no permite recomendar o sugerir un libro a un usuario de acuerdo a un requerimiento específico o de acuerdo a sus conocimientos previos. Además nadie nos puede asegurar que todos los libros desplegados sean adecuados para ciertos temas.

1.2.1.3 Situación actual de Servicio de Referencia de la Biblioteca de la FISI

Actualmente el personal de biblioteca no cuenta con la ayuda de una herramienta automatizada para ayudar al estudiante con la recomendación de un libro en función de un requerimiento específico. Por lo tanto, el estudiante tiene que acudir a otro estudiante de un ciclo de estudio mayor o a un profesor, es decir, a una persona externa que en la mayoría de los casos, no cuentan con el tiempo necesario.

1.2.2 Objeto del problema

Las bibliotecas de la UNMSM.

1.2.3 Problema Principal

Los estudiantes de la UNMSM no cuentan con una ayuda automatizada para poder seleccionar el libro más adecuado en función a un requerimiento específico.

1.2.4 Problemas secundarios

- Los usuarios de las bibliotecas de la UNMSM no tienen la seguridad que el libro que seleccionan contenga nuevos conceptos o temas que ellos estén en capacidad de aprender de acuerdo a sus conocimientos previos.
- No se cuenta con la opinión y juicio de valor de otros usuarios a cerca de la calidad de los libros de las bibliotecas de la UNMSM.

1.3 Definición del Objetivo

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar e implementar un Sistema de Recomendación de Libros para ayudar a los estudiantes, egresados y docentes a seleccionar mejor un libro a través de la técnica de recomendación basada en ontologías asociada a tesauros aplicada a la Biblioteca de la FISI de la UNMSM.

1.3.2 Objetivos secundarios

- Mejorar el conocimiento temático y específico de los usuarios de la Biblioteca de la FISI de la UNMSM.

- Generar el concepto u opinión sobre un texto para la posterior recomendación dentro del proceso de retroalimentación sobre los libros entre los diferentes usuarios de la Biblioteca de la FISI de la UNMSM.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Ausencia de sistemas informáticos integrales en bibliotecas en la UNMSM

Las bibliotecas de la UNMSM han implementado numerosas formas para gestionar las investigaciones, libros, tesis, y demás trabajos de fuentes bibliográficas para facilitar al usuario tener un mejor acceso a éstos.

Se realizó una encuesta a las bibliotecas de las siguientes facultades de la Ciudad Universitaria de la UNMSM:

- Facultad de Ciencias Contables.
- Facultad de Ciencias Físicas.
- Facultad de Ciencias Matemáticas.
- Facultad de Educación.
- Facultad de Derecho y Ciencia Política.
- Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática.
- Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica.
- Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica.
- Facultad de Ingeniería Industrial.
- Facultad de Letras y Ciencias Humanas.
- Instituto de Medicina Tropical.
- Facultad de Odontología.
- Facultad de Psicología.
- Facultad de Química e Ingeniería Química.

El Gráfico 1.5 muestra los resultados obtenidos. La forma de recomendación del 21% de las facultades encuestadas se realiza por recomendación del bibliotecario, en el 79% de las facultades no existe forma de recomendación de libros, tesis y/o revistas científicas y de las facultades encuestadas no existe alguna que tenga un sistema de recomendación para dicha labor. Por lo tanto, aún no se cuenta con un sistema que ayude de forma integral a una biblioteca y a sus usuarios, sobre todo en la recomendación de libros.

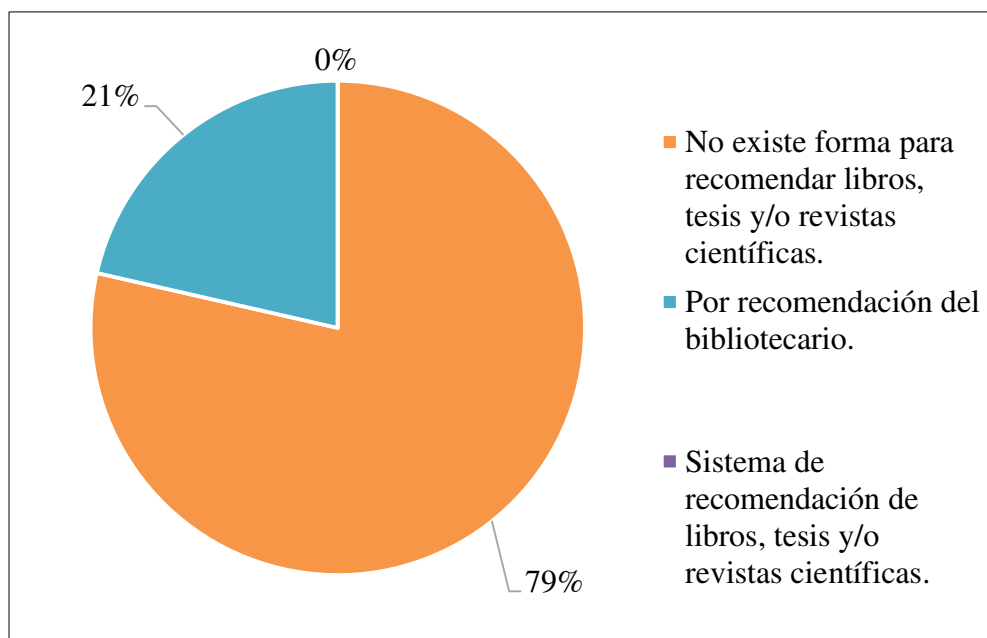


Gráfico 1.5 Formas de recomendación de libros, tesis y/o revistas científicas de las facultades de la UNMSM, 2018 [Fuente propia]

1.4.2 Influencia de los Sistemas de Recomendación en el mundo

Los sistemas de recomendación están cobrando mayor importancia para la solución del problema. Se han realizado investigaciones en algunas universidades e institutos tecnológicos del mundo para demostrar su eficiencia, y han dado buenos resultados, aplicando diferentes técnicas, además los usuarios han expresado su satisfacción de estos sistemas. Por ejemplo, se tiene los siguientes casos:

- Según [K. TSUJI, +, 2014], en la Universidad de Tsukuba en Japón se realizaron trabajos de investigación con el fin de mostrar la efectividad de utilizar el récord de préstamos de los libros y la información de su contenido para sistemas de información. Dicha investigación demostró que si se considera el código NDC, el título del libro y el récord de préstamo del mismo tiene mejor proporción de recomendación.
- Según [J. RATHNAVEL, +, 2017], en la Universidad de Mumbai, proponen un modelo para un sistema de recomendación de libros con mayor precisión, analizando las características de los libros y el interés de los usuarios. Dicho modelo intenta eliminar el problema Cold-Start utilizando recomendación demográfica.
- Según [S. SAQUIB, +, 2013], en la Universidad Musulmana de Aligarh (Aligarh Muslim University, Aligarh) en India, presentan un sistema de recomendación de libros basado en la técnica de minería de opinión, donde analizan las características de los libros y las revisiones de los usuarios.

1.4.3 Influencia del sistema de recomendación propuesto

El presente trabajo de investigación apoyará a los usuarios de las bibliotecas de la UNMSM con una herramienta automatizada para seleccionar el mejor libro que cumpla con sus requerimientos, que esté relacionado con su tema de interés o de investigación.

1.4.4 Caso de estudio de aplicación del sistema propuesto

Se aplicará el sistema de recomendación de libros propuesto en la Biblioteca de la FISI de la UNMSM como un caso de estudio, y esto ayudará a los usuarios de la biblioteca para seleccionar el libro que cumpla con sus requerimientos, que pertenezca a su tema de interés o a los temas que esté en capacidad de aprender.

1.5 Limitaciones

1.5.1 Espacial

El presente trabajo de investigación se realizará tomando como caso de estudio a la Biblioteca de la FISI, el cual podrá ser replicado en las distintas bibliotecas de la UNMSM.

1.5.2 Social

El público beneficiado serán los estudiantes, egresados y docentes de la FISI y externos a éste.

1.5.3 Técnico

- Se desarrollará e implementará un sistema de recomendación para la Biblioteca de la FISI para la recomendación de libros, consulta general de los pedidos realizados y calificación de los libros pedidos.
- El sistema propuesto no estará integrado con sistema actual de biblioteca, porque sería necesario que el sistema actual tenga implementado o implemente servicios web, lo cual no es factible por el momento.
- El contenido de los libros se ingresará de forma manual en el sistema propuesto, porque aún no se cuenta con una herramienta automatizada para extraer el contenido importante de los libros físicos.

1.6 Organización de la tesis

El presente trabajo de investigación está organizado de la siguiente manera.

En la sección 2, se presenta el marco teórico, donde se amplía el problema enunciado anteriormente, se explica las tecnologías a utilizar, además se aplica el método AHP (Analytical Hierarchy Process) para seleccionar la mejor técnica a aplicar en la solución del problema.

En la sección 3, se cita algunos casos de éxito aplicando sistemas de recomendación.

En la sección 4, se detalla el análisis y diseño de la solución propuesta.

En la sección 5, se describe el modelo de sentimiento creado en el servicio de Meaning Cloud, también se muestran los recursos utilizados para la implementación de la solución, además se detalla la implementación de la solución propuesta por medio de capturas de pantalla del sistema propuesto, finalmente se describe los servicios web que expone el sistema.

En la sección 6, se detalla el proceso de validación del sistema propuesto, se describen los resultados de las pruebas realizadas, y se muestran las constancias del proceso de validación realizado.

Finalmente, en la sección 7, se explica las conclusiones, algunas recomendaciones y trabajos futuros del presente trabajo de investigación.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Tecnología a utilizar:

2.1.1 Sistemas de Recomendación

2.1.1.1 Definición

Según [E. NÚÑEZ, 2012], *“un sistema de recomendación es un conjunto de técnicas de recuperación de información que intenta descubrir el interés de los usuarios por determinados objetos, con la finalidad de ofrecerles un conjunto de objetos afines, relacionados a su perfil, en los que podría estar interesado”*.

2.1.1.2 Taxonomía de los Sistemas de Recomendación

Para tener una visión más clara de los Sistemas de Recomendación, se presenta a continuación la taxonomía del mismo.

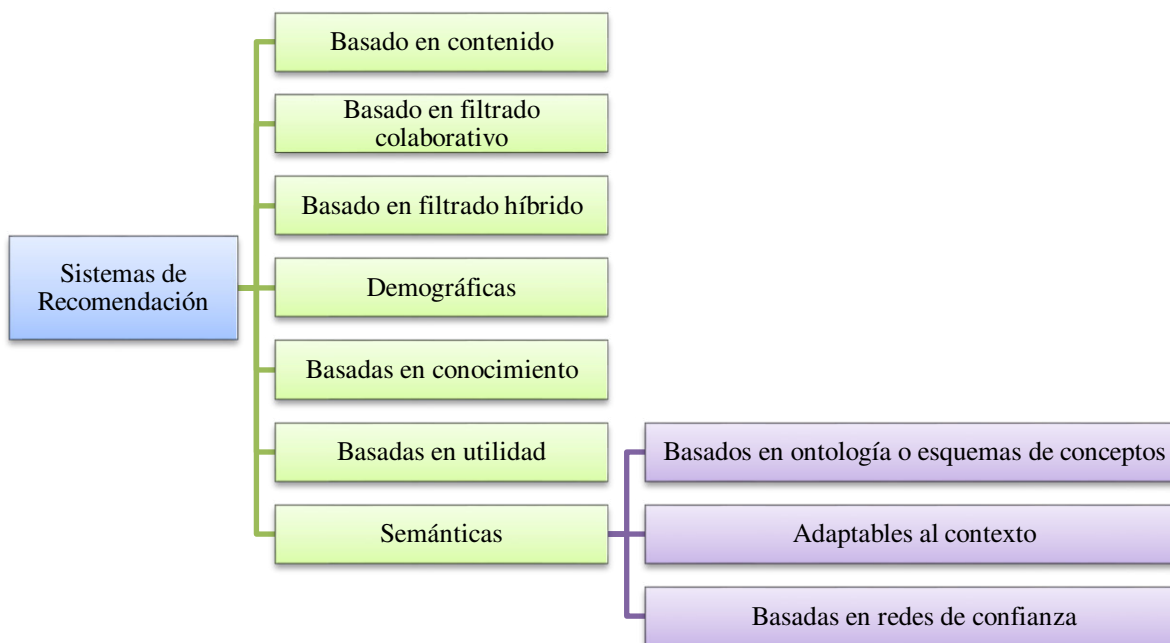


Figura 2.1 Taxonomía de los Sistemas de Recomendación [Elaborado con datos de [E. NÚÑEZ, 2012]]

Según [E. NÚÑEZ, 2012], de acuerdo al tipo de información que utilizan, los sistemas de recomendación se clasifican en:

2.1.1.2.1 Sistemas de recomendación basados en contenidos

Según [E. NÚÑEZ, 2012], conocido como sistemas de recomendación no colaborativos, recomienda productos semejantes a otros que les gustaron a los usuarios. El problema es que siempre recomienda ítems similares a los revisados anteriormente.

2.1.1.2.2 Sistemas de recomendación basados en filtrado colaborativo

Según [E. NÚÑEZ, 2012], se conocen como sistema de recomendación colaborativos, se centra en las preferencias de los usuarios y recomienda tomando en cuenta la base de datos de la comunidad de usuarios, los ítems que fueron revisados por otros usuarios con “gustos” similares son recomendados por este tipo de sistema, el sistema crea lo que se conoce como “vecinos cercanos” calculando la similitud entre los usuarios que dieron la misma valoración a los mismos ítems.

2.1.1.2.3 Sistemas de recomendación Híbridos

Según [E. NÚÑEZ, 2012], explota las características de los sistemas de recomendación basado en contenido y colaborativo para soportar los inconvenientes de ambos y generar mejores recomendaciones. Para lograr esto se mantienen los perfiles de los usuarios analizando el contenido de los ítems, seguidamente estos perfiles son comparados para determinar la similitud entre los usuarios y así generar la recomendación colaborativa.

2.1.1.2.4 Recomendaciones demográficas (Demographic)

Según [E. NÚÑEZ, 2012], clasifica a los usuarios con respecto a su perfil, y recomienda tomando en cuenta las clases demográficas, son semejantes a las recomendaciones basadas en contenido, pero se utiliza la información demográfica para calcular las similitudes.

2.1.1.2.5 Recomendaciones basadas en el conocimiento (Knowledge based)

Según [E. NÚÑEZ, 2012], este tipo de sistema infiere sobre las necesidades y preferencias de los usuarios para recomendar ítems, para lograr esto el sistema dispone de información para determinar si un ítem cubre la necesidad de un usuario.

2.1.1.2.6 Recomendaciones basadas en utilidad (Utility based)

Según [E. NÚÑEZ, 2012], por cada ítem que interviene en el proceso crea una función de utilidad, en la función de utilidad se pueden representar la fiabilidad del proveedor o la disponibilidad del ítem.

2.1.1.2.7 Sistemas de Recomendación Semánticas

Según [E. NÚÑEZ, 2012], este tipo de sistemas mejoran y enriquecen la representación de la información mediante la aplicación de tecnologías de Web Semántica.

Además según [E. BÁRBARO, +, 2017], este tipo de sistemas se basan en la interpretación semántica de las necesidades de información del usuario, además utilizan el conocimiento ontológico para representar de manera profunda y estructurada el contenido de determinados elementos.

Según [E. NÚÑEZ, 2012], este tipo de sistemas de recomendación se clasifican en:

2.1.1.2.7.1 Sistemas basados en ontologías o esquemas de conceptos

Según [M. SEGUIDO, 2009], son sistemas de recomendación que utilizan las ontologías para representar la información, los ítems y los perfiles de usuarios. Para representar las ontologías, se utiliza los lenguajes de marcado RDF (Resource Description Framework) y OWL (Ontology Web Language). En la sección 2.1.2 se detallará más acerca de las ontologías y los lenguajes de marcado para representarlos.

2.1.1.2.7.2 Sistemas adaptables al contexto

Se tiene las siguientes definiciones a cerca de este tipo de sistemas:

- Según [E. NÚÑEZ, 2012], estos sistemas toman en cuenta diferentes factores del usuario, por ejemplo: temporales, de lugar, nivel de experiencia, dispositivo que se está utilizando en el momento para inferir en el contexto en que se encuentra el usuario y adaptar las recomendaciones de acuerdo a ello.
- Además, según [N. GONZALEZ, +, 2015], este tipo de sistemas recomiendan en ambientes organizacionales, consideran múltiples características y están basados en el modelado de los usuarios y del contexto organizacional.

2.1.1.2.7.3 Sistemas basados en redes de confianza

Según [E. NÚÑEZ, 2012], estos sistemas agregan filtros de información adicionales a los sistemas adaptables al contexto. Garantizan la fiabilidad y precisión de las recomendaciones creando redes de confianza entre las diferentes partes del sistema. Además, la confianza de los usuarios aporta credibilidad de las recomendaciones, aumenta la calidad y usabilidad del sistema.

2.1.1.3 Fases del proceso de un sistema de recomendación

Los sistemas de recomendación cumplen con un proceso que consta de tres fases principales para generar una buena recomendación. Las fases se detallan a continuación.

2.1.1.3.1 Fase de recolección de información

Tal como indica [F.O. ISINKAYE, +, 2015], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], en esta fase el sistema reúne información del usuario, de esta manera genera un perfil o modelo del usuario, para las tareas de predicción, este perfil contiene los atributos y el

comportamiento del usuario, además del contenido de los recursos a los que accedió. Los diferentes tipos de retroalimentación se explican a continuación.

2.1.1.3.1.1 Retroalimentación Explícita

Según [F.O. ISINKAYE, +, 2015], los sistemas de información solicitan al usuario dar calificaciones a diferentes ítems recomendados para construir o mejorar su modelo. El inconveniente es que requiere el esfuerzo del usuario, y ello no siempre es factible. Pero la información obtenida es más confiable y genera una recomendación de más alta calidad.

2.1.1.3.1.2 Retroalimentación Implícita

Según [F.O. ISINKAYE, +, 2015], infiere las preferencias del usuario monitoreando sus actividades en la web, por lo tanto, reduce la carga de los usuarios, pero es menos preciso.

2.1.1.3.1.3 Retroalimentación Híbrida

Según [F.O. ISINKAYE, +, 2015], combina la retroalimentación explícita e implícita, mediante el uso de un conjunto de datos implícitos con el control de la calificación explícita cuando el usuario desee dar una retroalimentación explícita.

2.1.1.3.2 Fase de aprendizaje

Como indica [F.O. ISINKAYE, +, 2015], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], se explotan las características de los usuarios, recopiladas en la primera fase, mediante un algoritmo de aprendizaje.

2.1.1.3.3 Fase de predicción o recomendación

Como indica [F.O. ISINKAYE, +, 2015], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], en esta fase se recomienda ítems que pueden interesarle al usuario. Esto puede ser hecho basado en la información reunida en la primera fase o por medio de un sistema que observa las actividades del usuario.

En la Figura 2.2 muestra las tres fases del proceso de recomendación descrito anteriormente.

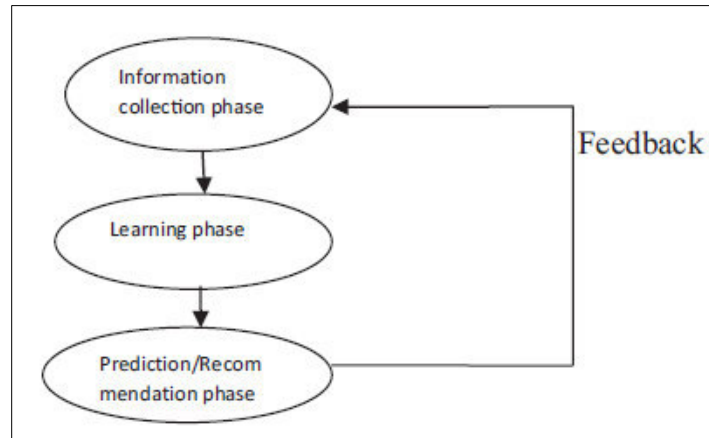


Figura 2.2 Fases de la Recomendación [F.O. ISINKAYE, +, 2015]

2.1.1.4 Técnicas de filtrado de un sistema de recomendación

Los sistemas de recomendación utilizan diferentes técnicas de filtrado en su proceso de recomendación, los cuales se detallan a continuación.

2.1.1.4.1 Filtrado basado en contenido

Como indica [F.O. ISINKAYE, +, 2015], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], este algoritmo es de dominio dependiente, analiza las características de los ítems para generar una predicción, para ello se basa en los perfiles de los usuarios y el contenido de ítems que evaluaron antes.

2.1.1.4.2 Filtrado colaborativo

Como indica [F.O. ISINKAYE, +, 2015], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], es una técnica de predicción de dominio independiente para contenidos que no pueden ser descrito fácilmente por metadatos. Construye una base de datos (matriz usuario-ítem) de preferencias por ítems de usuario. Cada usuario pertenece a un grupo, denominado “**vecindad**”. El usuario obtiene recomendaciones de nuevos ítems que otros usuarios, que pertenecen a su vecindad, ya los calificaron. Esta técnica se divide en dos categorías:

- **Técnicas basadas en memoria:** Según [F.O. ISINKAYE, +, 2015], los ítems que fueron calificados por el usuario permite la búsqueda de la vecindad que comparte la apreciación de él.
- **Técnicas basadas en un modelo:** Según [F.O. ISINKAYE, +, 2015], emplea calificaciones anteriores para aprender un modelo y mejorar el rendimiento de la técnica. Esta técnica puede recomendar rápidamente un conjunto de ítems.

2.1.1.4.3 Filtrado Híbrido

Según [F.O. ISINKAYE, +, 2015], combina las diferentes técnicas de recomendación para obtener una mejor optimización del sistema para evitar las limitaciones y problemas de los sistemas de recomendación puros. Proporciona recomendaciones más precisas y efectivas que un simple algoritmo. La combinación de

algoritmos puede ser hecho de las siguientes maneras: separando la implementación de los algoritmos y combinando el resultado, utilizando algún filtro basado en contenido en el enfoque colaborativo, utilizando algún filtrado colaborativo en un enfoque basado en contenido o uno creando un sistema unificado que reúna ambos enfoques.

La Figura 2.3 muestra la anatomía de las diferentes técnicas de filtro de recomendación.

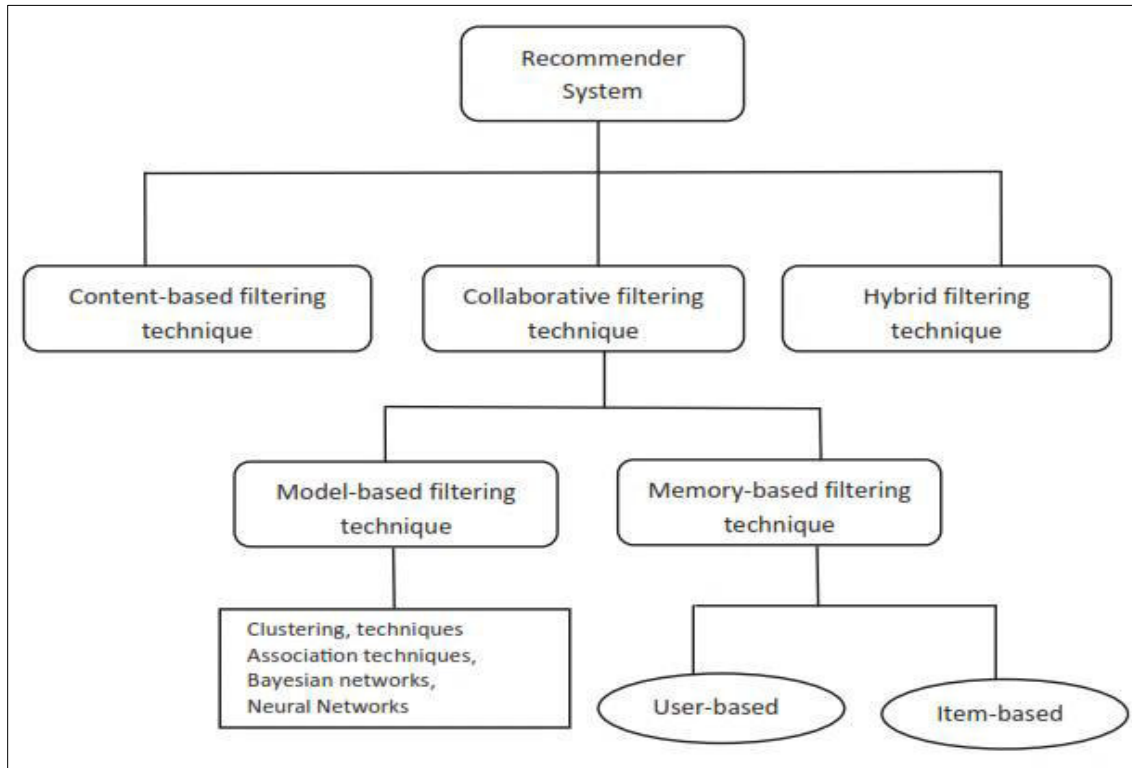


Figura 2.3 Técnicas de Recomendación [F.O. ISINKAYE, +, 2015]

2.1.2 Ontologías

2.1.2.1 Definición

Según [M. ANGELES, 2010], *“una ontología es un tipo de base de conocimiento que describe conceptos a través de definiciones que son lo suficientemente detalladas para capturar la semántica de un dominio”*.

2.1.2.2 Componentes de una ontología

2.1.2.2.1 Conceptos

Como indica [M. ANGELES, 2010], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], los conceptos son cualquier cosa de la que se puede afirmar algo, son tangibles o intangibles.

La Figura 2.4 muestra la representación de una ontología mediante un diagrama UML, donde los rectángulos representan a los conceptos que tienen una lista de atributos.

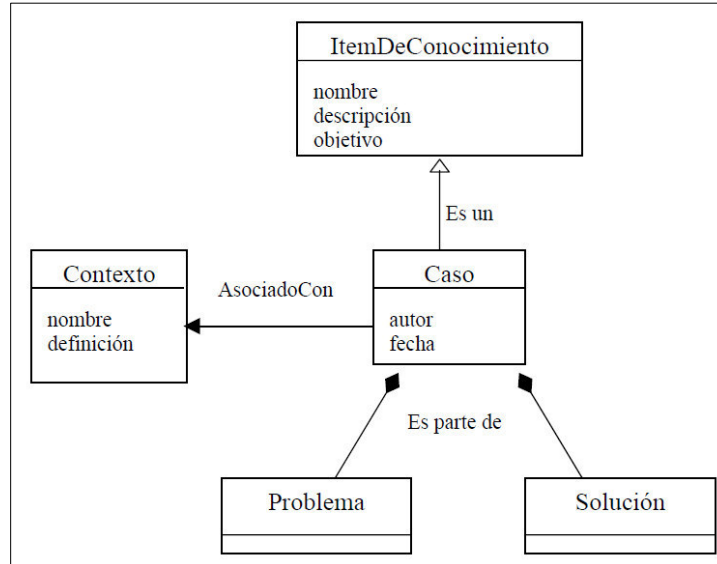


Figura 2.4 Componentes de una ontología [M. ANGELES, 2010]

2.1.2.2.2 Relaciones

Como indica [M. ANGELES, 2010], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], la interacción entre conceptos pertenecientes a un dominio son representadas por las relaciones. Son representadas de la siguiente forma: $R: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_n$, esto es, son definidos como subconjuntos del producto cartesiano de n conjuntos. En la Figura 2.4 el vínculo entre los conceptos **Caso** y **Contexto** está representada por la relación **AsociadoCon**, es decir, cada **Caso** se relaciona con el **Contexto** al que se aplica.

2.1.2.2.3 Funciones

Como indica [M. ANGELES, 2010], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], son un tipo relación en el que el enésimo elemento de la relación es único con respecto a los $n-1$ anteriores. Se representa de la siguiente forma: $F: C_1 \times C_2 \times \dots \times C_{n-1} \times C_n$. La relación **AsociadoCon** (ver Figura 2.4) es una función porque el **Contexto** en el que ocurre cada **Caso** es único.

2.1.2.2.4 Axiomas

Como indica [M. ANGELES, 2010], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], son utilizadas por modelar verdades que se cumplen en la realidad modelada. Puede ser estructurales o no estructurales, el primero establece las condiciones para las jerarquías, conceptos y atributos definidos de la ontología, por ejemplo, en la Figura 2.4 “Un Problema no puede a la vez ser una solución”; la relación entre los atributos de un conceptos son establecidos por los axiomas no estructurales, por ejemplo, “El atributo nombre de caso no puede ser nulo”.

2.1.2.2.5 Instancias

Como indica [M. ANGELES, 2010], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], los elementos específicos en el dominio de la ontología son las instancias, por ejemplo, “Una instancia del **Caso** sería Demanda de libros en la universidad”.

2.1.2.3 Clasificación de las ontologías

2.1.2.3.1 Clasificación por Grado de Axiomatización

De acuerdo al grado de axiomatización, [M. ANGELES, 2010] clasifica las ontologías en terminológicas y formales.

2.1.2.3.1.1 Ontologías Terminológicas

Según [M. ANGELES, 2010], este tipo de ontologías define términos y sus relaciones taxonómicas, como relaciones de parte con un todo, no incluye axiomas, por ello se dispone de menos información del universo modelado, pero permite construir ontologías de gran tamaño, debido a su simplicidad.

2.1.2.3.1.2 Ontologías Formales

Según [M. ANGELES, 2010], este tipo de ontologías sus categorías está representada por axiomas y definiciones en forma de lógica formal que puede ser procesadas por computadoras.

2.1.2.3.2 Clasificación por Dependencia del Contexto

De acuerdo al grado de dependencia al contexto, [M. ANGELES, 2010] las clasifica en: ontologías de dominio, ontologías generales o de sentido común y ontologías genéricas.

2.1.2.3.2.1 Ontologías de dominio

Según [M. ANGELES, 2010], estas ontologías representan conceptos de un determinado dominio restringiendo su estructura y contenido a través de axiomas que cumplen los elementos del dominio.

2.1.2.3.2.2 Ontologías generales

Según [M. ANGELES, 2010], definen vocabulario que está relacionado a cosas, eventos, causalidad, tiempo, etc.

2.1.2.3.2.3 Ontologías genéricas

Según [M. ANGELES, 2010], sus conceptos son considerados genéricos en diferentes áreas de conocimiento, por lo tanto son reutilizables en diferentes dominios.

2.1.2.3.3 Clasificación por el Sujeto de Conceptualización

De acuerdo al tipo de dominio que modelan o por el tipo de conceptualización, [M. ANGELES, 2010] clasifica las ontologías en: ontologías de tareas, ontologías de aplicación, ontologías de dominio (similar a la explicada en el punto 2.1.2.3.2), ontologías genéricas (similar a la explicada en el punto 2.1.2.3.2), ontologías de representación del conocimiento y ontologías de más alto nivel.

2.1.2.3.3.1 Ontologías de tareas

Según [M. ANGELES, 2010], tiene un vocabulario para resolver problemas que están relacionados ciertas tareas.

2.1.2.3.3.2 Ontologías de aplicación

Según [M. ANGELES, 2010], contiene las definición que sirven para modelar un conocimiento para una aplicación para determinado dominio. No pueden ser reusados en distintos dominios.

2.1.2.3.3.3 Ontologías de representación de conocimiento

Según [M. ANGELES, 2010], se utilizan para explicar la conceptualización que se encuentra en una representación formal del conocimiento.

2.1.2.3.3.4 Ontologías de más Alto Nivel (Top-Level)

Según [M. ANGELES, 2010], intenta establecer una estructura básica de la cual todas las ontologías puedan relacionarse a ésta.

2.1.2.4 Lenguajes de ontologías

La Figura 2.5 muestra el papel que cumplen las ontologías dentro de la web semántica

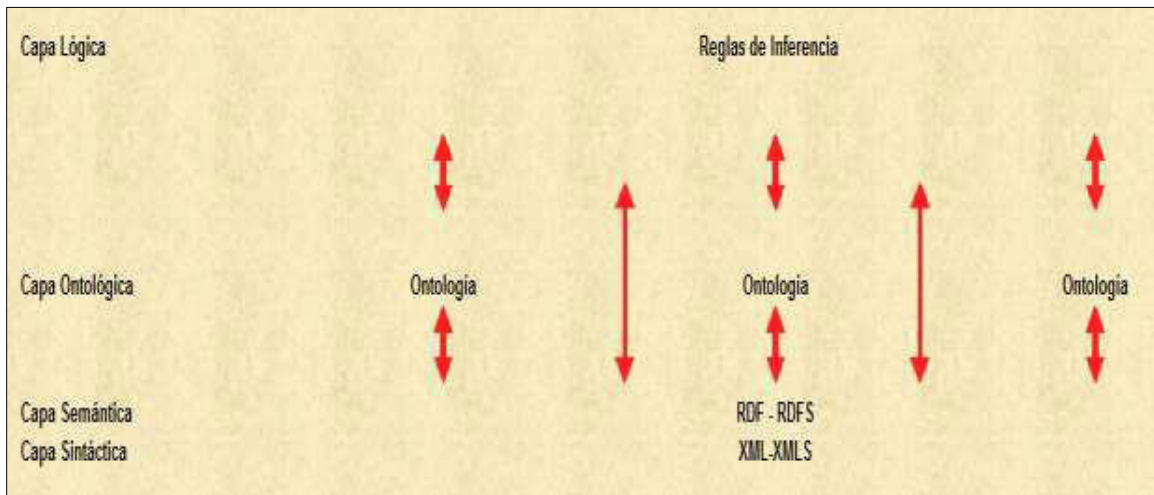


Figura 2.5 Papel que cumplen las ontologías dentro de la Web Semántica [D. CARIDAD, +, 2014]

De la Figura 2.5 se desprende los siguientes conceptos a tener en cuenta para entender los lenguajes de las ontologías:

- **XML:** Según [D. CARIDAD, +, 2014], este lenguaje facilita una forma de escribir datos, independiente de la plataforma en la que se encuentre, además posee una estructura sintáctica que permiten que sean interpretados por computadoras.
- **XMLS (Lenguaje de esquemas de XML):** Según [D. CARIDAD, +, 2014], sirve para definir gramáticas y etiquetas para documentos por medio de espacios de nombres (namespaces), pero no aportan una semántica.
- **RDF:** Como era necesario más expresividad para el procesamiento semántico, según [D. CARIDAD, +, 2014], se creó el lenguaje RDF que mediante el uso de recursos y propiedades ayuda a representar la semántica de los datos, pero RDF no puede expresar negación, implicación, cardinalidad, etc.
- **RDF Schema (RDFS):** Según [W3C, 2004], vocabulario utilizado para describir las propiedades y clases de recursos RDF, con una semántica para generalizar y jerarquizar propiedades y clases.

Según [D. CARIDAD, +, 2014], el lenguaje OWL resuelve los problemas del RDF y RDF Schema, además, permite definir condiciones para expresar la pertenencia a una clase. Según [D. CARIDAD, +, 2014], para expresar una ontología se necesita de un lenguaje formal y lógico, es por ello que se han desarrollado lenguajes con este fin. A continuación tenemos los principales lenguajes de ontologías, descritos en [D. CARIDAD, +, 2014]:

2.1.2.4.1 SHOE (Simple HTML Ontology Extensions)

Según [D. CARIDAD, +, 2014], nació antes de la Web Semántica. Por medio de este lenguaje se puede definir solo clases y reglas de inferencia.

2.1.2.4.2 OIL (Ontology Inference Layer)

Según [D. CARIDAD, +, 2014], este lenguaje deriva en parte del lenguaje SHOE, utiliza la sintaxis del lenguaje XML y definido como una extensión de RDFS, además está basado en lógica descriptiva, mediante declaración de axiomas, y en sistemas basados en frames, mediante taxonomías de clases y atributos. Carece de expresividad para declarar axiomas.

2.1.2.4.3 DAML y OIL (DAML-OIL)

Según [D. CARIDAD, +, 2014], agrupa el lenguaje DAML (DARPA's Agent Markup Language) y OIL, el primero extiende de XML y RDF. DAML-OIL hereda ciertas características de OIL. Para expresar ontologías es más potente que RDFS.

2.1.2.4.4 OWL (OWL Web Ontology Language)

Según [D. CARIDAD, +, 2014], conocido como “*Lenguaje de Ontologías para la Web*”, es un lenguaje de etiquetado que sirve para representar las ontologías y

compartirlas en la Web. Viene a ser una extensión del lenguaje RDF y utiliza tripletas RDF, pero tiene más expresividad que éste. Se utiliza cuando la información de los documentos requiere ser procesada por programas. Además puede adaptarse a las necesidades de cada usuario y a distintos sistemas informáticos.

2.1.2.4.5 KIF (*Knowledge Interchange Format*)

Según [D. CARIDAD, +, 2014], se basa en lógica de primer orden para representar ontologías, además sirve para que diferentes sistemas de computación intercambien conocimiento, pero no está diseñado para la interacción entre seres humanos.

2.1.3 Tesauros

2.1.3.1 Definición

Según [L. CODINA, +, 2011], *“los tesauros son intermediarios en un proceso de información que ayuda al usuario a representar sus necesidades de información mediante el mismo sistema de descriptores que, previamente, sirvió para indizar o representar el contenido de los documentos”*.

Según [M. SILVESTRINI, 2007], en el campo de las Ciencias de la Información y la Bibliotecología el tesoro es una lista de temas en forma de términos, constituidos por más de una palabra, relacionados jerárquicamente. Son utilizados para recuperar información.

2.1.3.2 Composición General

Como indica [M. SILVESTRINI, 2007], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], los tesauros están compuestos de la siguiente manera: la lista de términos ordenados alfabéticamente y temáticamente, sus sinónimos, las relaciones o jerarquías entre ellos, sus definiciones y las reglas para su uso.

La Figura 2.6 se muestra un ejemplo de un tesoro, donde el término preferido está en mayúscula.

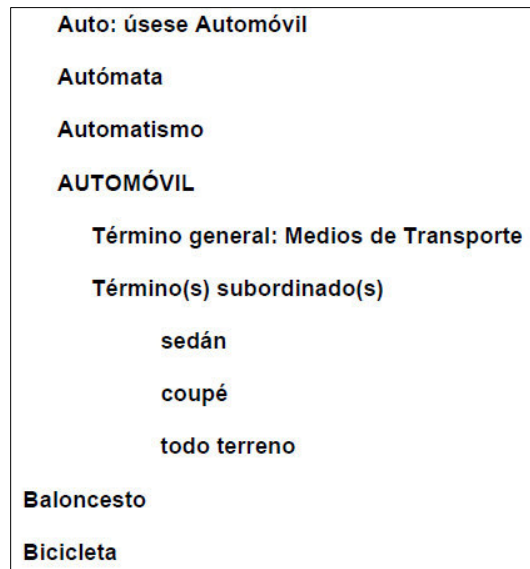


Figura 2.6 Sección alfabética de un tesoro [M. SILVESTRINI, 2007]

2.1.3.3 Elementos de los tesauros

Como indica [M. SILVESTRINI, 2007], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], los elementos de los tesauros son:

- **Unidades lexicales:** Como indica [M. SILVESTRINI, 2007], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], estos grupos de descriptores está conformado por los términos de indización por temas, campo o clase de términos.
- **Descriptores:** Como indica [M. SILVESTRINI, 2007], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], son palabras o expresiones del lenguaje natural utilizadas para designar conceptos representativos del documento y las preguntas utilizadas por el indizador.
- **No descriptores:** Como indica [M. SILVESTRINI, 2007], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], son sinónimos de los descriptores.

2.1.3.4 Clases de Tesauros

Según [M. SILVESTRINI, 2007], las clases de tesauros son:

- **Alfabético:** Según [M. SILVESTRINI, 2007], *“los descriptores y no descriptores están agrupados en una sola secuencia”*.
- **Sistemático:** Según [M. SILVESTRINI, 2007], posee dos secciones, por categoría o jerarquías y un índice alfabético.
- **Gráfico:** Según [M. SILVESTRINI, 2007], se utilizan figuras para que los usuarios asocien términos relacionados.

2.1.4 Tecnología seleccionada

Para la solución propuesta se ha seleccionado la siguiente tecnología, los sistemas de recomendación basada en ontologías descrita en el punto 2.1.1.2.7.1 porque las ontologías representan una base de conocimiento, que el sistema propuesto necesita para solucionar los problemas citados en el punto 1.2, además sirve para una adecuada representación de los perfiles de los usuarios.

Para representar el contenido de los libros se utilizarán los tesauros. Los tesauros representarán los conceptos y temas que se encuentran en los libros, dichos conceptos se utilizarán para ser estructuradas por medio de las ontologías, específicamente mediante la ontología de representación del conocimiento que se detalla en el punto 2.1.2.3.3.3, porque servirá para representar el conocimiento contenido en los tesauros o descriptores de los libros. Como los tesauros tendrán los conceptos y temas de los libros, entonces el usuario siempre tendrá el ítem que necesita.

El lenguaje por medio del cual se representará la ontología será OWL porque se adapta a cualquier necesidad de diferentes sistemas informáticos y la información de los libros debe ser procesada por el sistema de recomendación propuesto para generar una buena recomendación de libros.

Por ejemplo, si un libro L1 tiene los siguientes temas:

- Límite de funciones (T1).
- Derivada de funciones (T2).
- Integrales de funciones (T3).

Entonces los tesauros de L1 serán dichos temas, los cuales se guardarán en la ontología a crear. Aquí se utiliza la ontología para representar el conocimiento contenido en L1. Si un usuario busca el tema de T1, entonces siempre encontrará su tema requerido.

Ahora, una vez que el usuario solicite L1 y lo califique positivamente, el sistema guardará T1 en el perfil del usuario, representado en la ontología, como un nuevo tema conocido, es así cómo se irá construyendo el perfil del usuario dentro de la ontología.

Cuando el usuario requiera otro libro L2, el sistema podrá recomendarle otros con los temas que él esté en capacidad de aprender, por ejemplo T2, o los libros que pertenezcan al mismo curso o campo de estudio que L1.

2.2 Benchmarking

2.2.1 Modelización de los criterios a considerar

A continuación se realizará el proceso del Benchmarking para la selección de la mejor técnica a aplicar en el sistema de recomendación propuesto. Para ello se utilizará el método del AHP (Analytic Hiererchy Process).

Se definirá los criterios en los cuales se basará la selección de la mejor técnica. Estos criterios se muestran en la Tabla 2.1.

Código	Criterio	Descripción
C1	Minimización del problema Cold-Start	Por medio de este criterio se evalúa cuán bien la técnica enfrenta este problema.
C2	Minimización del problema de Nuevo Usuario	Por medio de este criterio se evalúa si la técnica supera el problema del nuevo usuario en un sistema de recomendación.
C3	Esfuerzo del usuario	Evalúa si la técnica necesita la intervención continua del usuario en el sistema de recomendación.
C4	Precisión de recomendación	Evalúa cuán precisa es la recomendación por medio de la técnica a evaluar.
C5	Trabajo con ítems físicos	Por medio de este criterio se evalúa si la técnica supera el problema de trabajar con elementos físicos como libros impresos y no en digital.

Tabla 2.1 Criterios a evaluar para cada técnica [Fuente propia]

Las técnicas que se evaluará se presentan en la Tabla 2.2. Estas técnicas se ha seleccionado porque son las más usadas y han dado buenos resultados, algunos de éstos se han presentado en los Antecedentes del Problema, en el Marco Teórico y otros se han presentado en los Casos de Éxito.

Código	Alternativas (Técnicas)
A1	Basado en contenido
A2	Filtrado colaborativo basado en memoria
A3	Filtrado colaborativo basado en un modelo
A4	Basado en ontologías
A5	Uso de tesauros

Tabla 2.2 Alternativas de las Técnicas posibles a usar [Fuente propia]

Para comparar los diferentes criterios y alternativas con respecto a cada criterio, se utilizará las comparaciones pareadas. Además, según [G. TOSKANO, 2005], *“las comparaciones pareadas son bases fundamentales del AHP”*, el método AHP utiliza una escala del 1 al 9 para calificar la preferencia entre dos alternativas. En la Tabla 2.3 se

muestran las calificaciones numéricas y su correspondiente equivalente planteamiento verbal que se utilizará en todo el proceso del método AHP.

Planteamiento verbal de la preferencia	Calificación Numérica
Extremadamente preferible	9
Entre muy fuertemente y extremadamente preferible	8
Muy fuertemente preferible	7
Entre fuertemente y muy fuertemente preferible	6
Fuertemente preferible	5
Entre moderadamente y fuertemente preferible	4
Moderadamente preferible	3
Entre igualmente y moderadamente preferible	2
Igualmente preferible	1

Tabla 2.3 Escala de preferencias [G. TOSKANO, 2005]

2.2.2 Cálculo de la Razón de Consistencia

El siguiente paso a seguir es construir la matriz de comparaciones de criterios, se comparará criterio por criterio y asignar las calificaciones de la escala de preferencias que se muestra en la Tabla 2.3, al evaluar criterios iguales se calificará con 1, como se muestra en la diagonal principal de la matriz de comparación de la Tabla 2.4.

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	2	3	1/7	1/5
C2	1/2	1	2	1/9	1/7
C3	1/3	1/2	1	1/6	1/9
C4	7	9	6	1	1
C5	5	7	9	1	1
Suma	13.8333	19.5000	21.0000	2.4206	2.4540

Tabla 2.4 Matriz de comparación de criterios [Fuente propia]

En la Tabla 2.4, se ha asignado un puntaje de 2 a la celda del C1 (Minimización del problema Cold-Start) vs C2 (Minimización del problema de Nuevo Usuario) porque el primer criterio es entre igualmente y moderadamente preferible que el segundo porque la técnica que se seleccione debe resolver esos dos problemas de los sistemas de recomendación clásicos, pero de ellos dos es más importante minimizar el problema Cold-Start porque al inicio de la puesta en marcha del sistema propuesto este no va a tener datos relacionados a los libros para poder recomendar. En la celda C1 vs C3 se ha asignado 3 porque el primer criterio es moderadamente preferible que el segundo por lo mismo que se mencionó en líneas anteriores, además el esfuerzo del usuario es causado por la retroalimentación explícita y si el usuario está dispuesto a colaborar con los votos de ciertos ítems no sería un problema grave. El problema del Nuevo Usuario (C2) en los sistemas de recomendación es entre igualmente preferible y moderadamente preferible que el Esfuerzo del Usuario (C3), es por ello que se le asignó el puntaje de 2, porque la técnica seleccionada debe resolver este problema, que según los sistemas clásicos de recomendación a un nuevo usuario no se le puede generar una recomendación acorde a sus necesidades, además como

se ha mencionado en el párrafo anterior el Esfuerzo del Usuario puede tolerarse. La precisión de la recomendación (C4) es muy fuertemente preferible que la minimización del Cold-Start (C1) porque el objetivo principal de todo sistema de recomendación es dar la recomendación más precisa posible de acuerdo a las necesidades o preferencias del usuario, es por ello que se le asignó el puntaje de 7 con respecto al criterio 1. En la celda del C4 vs C2 se ha asignado un puntaje de 9 porque la precisión de la recomendación (C4) es extremadamente preferible al problema de Nuevo Usuario (C2), porque, la técnica que se seleccione debe dar una recomendación precisa; además, si existe un nuevo usuario, este tendrá recomendaciones ajustadas a sus necesidades conforme avanza el tiempo. A la celda C4 vs C3 se ha asignado un puntaje de 6 porque la precisión de la recomendación (C4) es entre fuertemente y muy fuertemente preferible que el Esfuerzo del Usuario (C3), es decir, la técnica que se seleccione debe generar una recomendación más precisa en vez de centrarse en el problema del esfuerzo del usuario, porque el criterio C3 no tendría gran relevancia si el usuario está dispuesto a colaborar con su opinión acerca de un ítem. El criterio C4 es igualmente preferible que se solucione al criterio C5 (Trabajo con ítems físicos), es por ello que se ha asignado un puntaje de 1, porque se busca que la recomendación del libro sea lo más precisa posible para el usuario, para este caso también se busca que la técnica a seleccionar solucione el problema de trabajar con ítems (libros) en físicos. En la celda del criterio C5 vs C1 se ha asignado un puntaje de 5, porque el criterio C5 es fuertemente preferible que el criterio C1 porque mientras no se solucione correctamente el problema que conlleva trabajar con ítems físicos no se puede resolver el problema del Cold-Start. El criterio C5 es muy fuertemente preferible de solucionar que el criterio C2, por ello se ha asignado un puntaje de 7, porque una de las características de todo sistema de recomendación es la de aprender por lo que si hay un nuevo usuario se podrá solucionar a largo plazo, pero al trabajar con ítems físicos, como ya se mencionó, no se puede extraer toda la información del ítem de forma rápida. Finalmente, se ha asignado un puntaje de 9, en la celda del C5 vs C3, siendo el primero es extremadamente preferible que el segundo, porque si el usuario está dispuesto a colaborar con la retroalimentación del sistema, el problema no es grave.

Para el proceso de cálculo la Tabla 2.4 será muy útil. Primero se pasará a dar una representación matemática de matriz a la Tabla 2.4 como se muestra en la matriz siguiente:

$$MC = A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 1/7 & 1/5 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1/9 & 1/7 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1/6 & 1/9 \\ 7 & 9 & 6 & 1 & 1 \\ 5 & 7 & 9 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Primero se realiza la suma los puntajes para cada criterio:

$$C1 = 1 + 1/2 + 1/3 + 7 + 5 = 13.8333$$

$$C2 = 2 + 1 + 1/2 + 9 + 7 = 19.5$$

$$C3 = 3 + 2 + 1 + 6 + 9 = 21$$

$$C4 = 1/7 + 1/9 + 1/6 + 1 + 1 = 2.4206$$

$$C5 = 1/5 + 1/7 + 1/9 + 1 + 1 = 2.4540$$

Después de este cálculo se hallará la matriz normalizada (MN), con el fin de manejar los valores de las puntuaciones en un rango de valores que sea más manejable y homogéneo, para ello se dividirá cada puntaje de la matriz de comparaciones (MC) por la suma correspondiente al suma del puntaje total del criterio respectivo.

Para el hallar los valores de la matriz normalizada se realiza los siguientes cálculos:

$$C1 \text{ vs } C1 = \frac{1}{13.8333} = 0.0723$$

$$C1 \text{ vs } C2 = \frac{2}{19} = 0.1026$$

$$C1 \text{ vs } C3 = \frac{3}{21} = 0.1429$$

$$C1 \text{ vs } C4 = \frac{1}{2.4206} = 0.0590$$

$$C1 \text{ vs } C5 = \frac{1}{2.4540} = 0.0815$$

Para los demás valores se procede de igual manera, y finalmente tenemos la matriz normalizada.

$$MN = A_{norm} = \begin{pmatrix} 0.0723 & 0.1026 & 0.1429 & 0.0590 & 0.0815 \\ 0.0361 & 0.0513 & 0.0952 & 0.0459 & 0.0582 \\ 0.0241 & 0.0256 & 0.0476 & 0.0689 & 0.0453 \\ 0.5060 & 0.4615 & 0.2857 & 0.4131 & 0.4075 \\ 0.3614 & 0.3590 & 0.4286 & 0.4131 & 0.4075 \end{pmatrix}$$

A continuación se procede a hallar el vector propio (VP) que viene a ser el promedio de los valores de cada fila de la matriz normalizada.

$$C1 = \frac{0.0723 + 0.1026 + 0.1429 + 0.0590 + 0.0815}{5} = 0.0916$$

$$C2 = \frac{0.0361 + 0.0513 + 0.0952 + 0.0459 + 0.0582}{5} = 0.0574$$

$$C3 = \frac{0.0241 + 0.0256 + 0.0476 + 0.0689 + 0.0453}{5} = 0.0423$$

$$C4 = \frac{0.5060 + 0.4615 + 0.2857 + 0.4131 + 0.4075}{5} = 0.4148$$

$$C5 = \frac{0.3614 + 0.3590 + 0.4286 + 0.4131 + 0.4075}{5} = 0.3939$$

Y se obtiene el vector propio:

$$VP = w^T = \begin{pmatrix} 0.0916 \\ 0.0574 \\ 0.0423 \\ 0.4148 \\ 0.3939 \end{pmatrix}$$

A continuación se procede a calcular la razón de consistencia (RC) para tener la certeza que las comparaciones que se realice tienen un nivel de consistencia razonable y se pueda confiar en el resultado obtenido al final del método.

Para que la consistencia sea razonable, la razón de consistencia debe ser no mayor que el 10%, es decir $RC \leq 0.1$. Para hallar RC se utiliza la Ecuación 2.1, donde IC es el índice de consistencia y el término IA es el índice aleatorio.

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

Ecuación 2.1 Cálculo de la razón de consistencia (RC) [W. WINSTON, 2004]

Primero se procede a hallar el IC el cual se calcula según la Ecuación 2.2, donde n viene a ser el número de criterios que se va a considerar, en este caso son 5 los criterios que se va a considerar, y λ es un valor que cuanto más cerca esté del número de elementos del renglón de la matriz normalizada será más consistente la matriz de comparación.

$$IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

Ecuación 2.2 Cálculo del índice de consistencia (IC) [W. WINSTON, 2004]

Para hallar λ se aplica la Ecuación 2.3.

$$\lambda = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{i - \text{ésimo elemento de } Aw^T}{i - \text{ésimo elemento de } w^T}$$

Ecuación 2.3 Cálculo de Lambda (λ) [W. WINSTON, 2004]

Primero, se procederá a calcular la matriz $Aw^T = MCxVP$ utilizada en la Ecuación 2.3:

$$Aw^T = MCxVP = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 1/7 & 1/5 \\ 1/2 & 1 & 2 & 1/9 & 1/7 \\ 1/3 & 1/2 & 1 & 1/6 & 1/9 \\ 7 & 9 & 6 & 1 & 1 \\ 5 & 7 & 9 & 1 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0.0916 \\ 0.0574 \\ 0.0423 \\ 0.4148 \\ 0.3939 \end{pmatrix}$$

$$Aw^T = MCxVP = \begin{pmatrix} 0.4713 \\ 0.2901 \\ 0.2144 \\ 2.2202 \\ 2.0491 \end{pmatrix}$$

Una vez hallado la matriz MCxVP se aplicará la Ecuación 2.3 para hallar λ :

$$\lambda = \left(\frac{1}{5}\right) \left(\frac{0.4713}{0.0916} + \frac{0.2901}{0.0574} + \frac{0.2144}{0.0423} + \frac{2.2202}{0.4148} + \frac{2.0491}{0.3939} \right) = 5.1650$$

Una vez hallado λ , se procederá a hallar IC:

$$IC = \frac{5.1650 - 5}{5 - 1} = 0.0412$$

Finalmente, se calcula la razón de consistencia RC, para ello se necesita el valor de IA que depende del número de elementos a comparar como se muestra en la Tabla 2.5, en este caso se tomará el valor de IA=1.12, porque se está comparando 5 criterios.

IA	2	3	4	5	6	7	8	9
N	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Tabla 2.5 Valores del Índice Aleatorio (IA) [W. WINSTON, 2004]

La razón de consistencia para este caso es 0.0368, que se ha calculado según la Ecuación 2.1.

$$RC = \frac{IC}{IA} = \frac{0.0412}{1.12} = 0.0368$$

Como se puede ver RC es menor a 0.1 (10%), por lo tanto, el grado de consistencia es satisfactorio y nos dará resultados correctos al momento de realizar las comparaciones entre las técnicas con respecto a cada criterio.

2.2.3 Cálculo de la valoración de las alternativas

Ahora se procede a calcular la valoración de las alternativas. Se procede de la misma forma que el cálculo para la comparación entre criterios. Primero se obtiene la matriz de comparación de las alternativas de acuerdo a cada criterio.

La Tabla 2.6 muestra la matriz de comparación de alternativas de acuerdo al criterio de cómo la alternativa a seleccionar es capaz de solucionar el Problema Cold-Start.

Alternativas	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	5	5	1/3	1/2
A2	1/5	1	1	1/7	1/6
A3	1/5	1	1	1/7	1/6
A4	3	7	7	1	2
A5	2	6	6	1/2	1
Suma	6.4000	20.0000	20.0000	2.1190	3.8333

Tabla 2.6 Matriz de comparación según el criterio de "Minimización del Problema Cold-Start" [Fuente propia]

En la Tabla 2.6 se ha asignado el puntaje de 5 a la celda A1 vs A2, porque para solucionar el problema Cold-Start la alternativa A1 (Basado en contenido) puede recomendar sin tener calificaciones previas de un usuario, por lo que la alternativa A1 es fuertemente preferible que la alternativa A2. En la celda A1 vs A3 se ha asignado un puntaje de 5, es decir, la alternativa A1 es fuertemente preferible que A3, porque la alternativa A1 puede generar una recomendación buena sin necesidad de tener calificaciones de los usuarios, a diferencia de la alternativa A3 (Filtrado colaborativo basado en un modelo) que se basa en las calificaciones de usuarios similares. Al comparar la alternativa A2 con A3 se llega a la misma conclusión que ninguno resuelve eficientemente el problema del Cold-Start, por ello se le asigna un puntaje de 1. La alternativa A4 es muy moderadamente preferible que la alternativa A1, por ello se le asigna un puntaje de 3. La alternativa A4 (Basado en ontologías) ayuda a resolver el problema del Cold-Start porque ya se tiene previamente establecido los conceptos a utilizar para la recomendación y no depende mucho de un primer usuario para generar una recomendación a un segundo usuario, en cambio la alternativa A1 en algunos casos si depende de otros usuarios, pero se diferencia porque hace uso de palabras claves para la búsqueda. La alternativa A4 es muy fuertemente preferible que la alternativa A2, por ello se le asigna un puntaje de 7. La alternativa A4 no depende las calificaciones de otros usuarios como si lo es la alternativa A2. En la celda A4 vs A3 de la Tabla 2.6 pasa lo mismo la alternativa A4 es muy fuertemente preferible que la alternativa A3 porque tiene conceptos de los ítems a recomendar sin depender de calificaciones de usuarios similares. La Tabla 2.6 muestra que la alternativa A4 es entre igualmente y moderadamente preferible que la alternativa A5 (Uso de tesauros), por eso se le asigna un puntaje de 2. La alternativa A4 se basa en la representación de conceptos relacionados del ítem, en cambio, el uso de tesauros son conceptos no conectados secuencialmente, por lo que la alternativa A4 dará una mejor recomendación que la alternativa A5. En la celda A5 vs A1 se ha asignado el puntaje de 2, es decir, la alternativa A5 es entre igualmente y moderadamente preferible que A1 porque el uso de tesauros no depende de las calificaciones de los usuarios. En la celda A5 vs A2 se le asigna un puntaje de 6, porque la alternativa A5 es entre fuerte y muy fuertemente preferible que la alternativa A2, porque la alternativa A5 resuelve mejor el problema del Cold-Start que la alternativa A2, porque la primera no necesita del comportamiento del usuario. En la celda A5 vs A3 se le ha asignado el mismo puntaje porque el filtrado colaborativo basado en un modelo depende de calificaciones de los usuarios.

A continuación se tiene la matriz normalizada de la Tabla 2.6:

$$MN_{C1} = \begin{pmatrix} 0.1563 & 0.2500 & 0.2500 & 0.1573 & 0.1304 \\ 0.0313 & 0.0500 & 0.0500 & 0.0674 & 0.0435 \\ 0.0313 & 0.0500 & 0.0500 & 0.0674 & 0.0435 \\ 0.4688 & 0.3500 & 0.3500 & 0.4719 & 0.5217 \\ 0.3125 & 0.3000 & 0.3000 & 0.2360 & 0.2609 \end{pmatrix}$$

A partir de la matriz MN_{C1} se obtiene el vector propio VP_{C1} :

$$VP_{C1} = \begin{pmatrix} 0.1888 \\ 0.0484 \\ 0.0484 \\ \mathbf{0.4325} \\ 0.2819 \end{pmatrix}$$

Del vector propio VP_{C1} se puede concluir que la técnica A4 (Basado en ontologías) es la mejor según el criterio C1 (Minimización del Problema Cold-Start), es decir, es la técnica que mejor resuelve este problema.

La Tabla 2.7 muestra la matriz de comparación de alternativas de acuerdo al criterio C2 (Minimización del problema de Nuevo Usuario):

Alternativas	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	3	3	1/3	1/3
A2	1/3	1	1	1/5	1/5
A3	1/3	1	1	1/5	1/5
A4	3	5	5	1	1
A5	3	5	5	1	1
Suma	7.6667	15.0000	15.0000	2.7333	2.7333

Tabla 2.7 Matriz de comparación según el criterio de "Minimización del problema de Nuevo Usuario" [Fuente propia]

En la celda A1 vs A2 de la Tabla 2.7 se ha asignado un puntaje de 3, es decir la alternativa A1 es moderadamente preferible que A2 porque A1 se basa en los contenidos de los ítems a recomendar y no necesariamente en el usuario por lo que no hay una dependencia muy fuerte si hay un nuevo usuario, en cambio el filtrado basado en memoria se basa en las calificaciones de usuarios, entonces si existe un nuevo usuario el tendrá que aprender nuevamente, aunque se le puede asociar con usuarios similares. En la celda A1 vs A3 sucede lo mismo, el filtrado colaborativo basado en un modelo (A3) se basa en calificaciones de usuarios anteriores. Entonces A2 es igualmente preferible que A3 porque ambos se basan en calificaciones a los ítems de usuarios anteriores, por ello se asigna un puntaje de 1. La técnica A4 es moderadamente preferible que A1, por ello se asigna un puntaje de 3. La técnica Basado en Ontologías se basa en conceptos relacionados de los ítems a recomendar y no necesariamente en datos de los usuarios, y la alternativa A1 se basa principalmente en el contenido de los ítems a recomendar aunque en algunos casos se basa en calificaciones que los usuarios hicieron a los ítems. En la celda A4 vs A2 se ha asignado un puntaje de 5, es decir, la alternativa A4 es fuertemente preferible que A2 porque el Filtrado Colaborativo Basado en Memoria se basa en calificaciones de usuarios anteriores

y/o similares. Lo mismo sucede en la comparativa de A4 vs A3 porque el Filtrado Colaborativo Basado en un Modelo, igualmente, se basa en calificaciones de usuarios similares. La alternativa A5 es igualmente preferible que la alternativa A4, por ello se le asigna un puntaje de 1. Ambas técnicas se basan en conceptos que no dependen del usuario, las ontologías con esquemas de conceptos y los Tesoros con palabras claves. Por lo tanto, las calificaciones de A5 con respecto a las demás alternativas son similares.

A continuación se muestra la matriz normalizada de la Tabla 2.7:

$$MN_{C2} = \begin{pmatrix} 0.1304 & 0.2000 & 0.2000 & 0.1220 & 0.1220 \\ 0.0435 & 0.0667 & 0.0667 & 0.0732 & 0.0732 \\ 0.0435 & 0.0667 & 0.0667 & 0.0732 & 0.0732 \\ 0.3913 & 0.3333 & 0.3333 & 0.3659 & 0.3659 \\ 0.3913 & 0.3333 & 0.3333 & 0.3659 & 0.3659 \end{pmatrix}$$

A partir de la matriz MN_{C2} se obtiene el vector propio VP_{C2} :

$$VP_{C2} = \begin{pmatrix} 0.1549 \\ 0.0646 \\ 0.0646 \\ \mathbf{0.3579} \\ \mathbf{0.3579} \end{pmatrix}$$

De acuerdo al vector VP_{C2} las mejores técnicas que resuelven el problema del nuevo usuario (C2) es la alternativa A4 (Basado en ontologías) y A5 (Uso de tesauros), porque tienen el mayor puntaje en promedio.

La Tabla 2.8 muestra la matriz de comparación de alternativas de acuerdo al criterio C3 (Esfuerzo del usuario):

Alternativas	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	5	5	1/3	1/3
A2	1/5	1	1	1/5	1/7
A3	1/5	1	1	1/5	1/7
A4	3	5	5	1	1/3
A5	3	7	7	3	1
Suma	7.4000	19.0000	19.0000	4.7333	1.9524

Tabla 2.8 Matriz de comparación según el criterio de "Esfuerzo del usuario" [Fuente propia]

En la celda A1 vs A2 de la Tabla 2.8 se ha asignado un puntaje de 5, es decir, la alternativa A1 es fuertemente preferible que A2 porque A1 no se basa directamente en la opinión de los usuarios si no en el contenido de los ítems, en cambio el Filtrado Colaborativo Basado en Memoria (A2) se basa en el puntaje de los usuarios, y eso genera esfuerzo del usuario para dar su opinión de un ítem. Lo mismo sucede en la comparativa de A1 vs A3, porque A3 se basa, igualmente, en calificaciones que los usuarios den a los ítems. Por ello, la alternativa A2 y A3 son igualmente preferibles, y se la ha asignado en la Tabla 2.8 un puntaje de 1. En la celda A4 vs A1 de la Tabla 2.8 se ha asignado un puntaje

de 3, es decir, A4 es moderadamente preferible que A1 porque A1 en algunos casos utiliza las calificaciones anteriores de usuarios, pero A4 se basa sólo en conceptos relacionados. En la comparativa de A4 con A2 y A3 se ha asignado un puntaje de 5, es decir, A4 es fuertemente preferible que A2 y A3, porque ambos se basan en calificaciones de los ítems por parte de los usuarios. Al comparar A5 con A1 se ha asignado un puntaje de 3, porque A1 se basa en los contenidos de los ítems, en algunos casos se basa en los puntajes o calificaciones que los usuarios han dado a los ítems, y la alternativa A5 se basa únicamente en palabras claves. En la comparativa de A5 con A2 y A3 se ha asignado un puntaje de 7 respectivamente, porque ambos necesitan que el usuario asigne calificaciones a los ítems para poder realizar una correcta recomendación. Finalmente, al comparar A5 con A4 se ha asignado un valor de 3, porque ambos trabajan bajo conceptos, pero la técnica basada en ontologías (A4) necesita saber el conocimiento previo del usuario para saber que recomendarle.

A partir de la Tabla 2.8 se obtiene la matriz normalizada MN_{C3} :

$$MN_{C3} = \begin{pmatrix} 0.1351 & 0.2632 & 0.2632 & 0.0704 & 0.1707 \\ 0.0270 & 0.0526 & 0.0526 & 0.0423 & 0.0732 \\ 0.0270 & 0.0526 & 0.0526 & 0.0423 & 0.0732 \\ 0.4054 & 0.2632 & 0.2632 & 0.2113 & 0.1707 \\ 0.4054 & 0.3684 & 0.3684 & 0.6338 & 0.5122 \end{pmatrix}$$

Se procede a obtener el vector propio VP_{C3} de la MN_{C3} :

$$VP_{C3} = \begin{pmatrix} 0.1805 \\ 0.0495 \\ 0.0495 \\ 0.2627 \\ \mathbf{0.4576} \end{pmatrix}$$

Según el vector VP_{C3} la mejor alternativa que se puede seleccionar es A5 (Uso de tesauros), porque tiene mayor puntaje en promedio para reducir el esfuerzo del usuario al momento de la recomendación.

La Tabla 2.9 muestra la matriz de comparación de alternativas de acuerdo al criterio C4 (Precisión de recomendación):

Alternativas	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	3	2	1	1
A2	1/3	1	1/3	1/3	1/3
A3	1/2	3	1	1/2	1/2
A4	1	3	2	1	1
A5	1	3	2	1	1
Suma	3.8333	13.0000	7.3333	3.8333	3.8333

Tabla 2.9 Matriz de comparación según el criterio de "Precisión de recomendación" [Fuente propia]

En la celda A1 vs A2 de la Tabla 2.9 se ha asignado un puntaje de 3, porque la técnica basada en contenido puede generar una recomendación precisa a corto plazo, pero la técnica de filtrado colaborativo basado en memoria genera una recomendación precisa a mediano plazo. En la celda A1 vs A3, se le asigna un valor de 2, es decir, A1 es entre igualmente y moderadamente preferible que A3, porque A3 se basa en un modelo y en la contribución de los usuarios y tiene más posibilidades de generar una recomendación más precisa que la alternativa A2, pero la alternativa A1 se base en el contenido de los libros, lo cual es más efectivo. Las técnicas A1 y A4 proporcionarán una recomendación precisa, porque ambos dependen de datos del contenido de los ítems y, en algunos casos, de datos de los usuarios, ya perfiles de usuario o conocimiento del usuario. De forma similar sucede al comparar con A1 con A5, porque A4 y A5 se basan en el contenido de los ítems. En la comparativa entre A3 y A2, se asigna un puntaje de 3, es decir, A3 es moderadamente preferible que A2 porque A3 se basa en un modelo y en la contribución de varios usuarios asignando calificaciones a ítems. Al comparar A4 con A2 se tiene que A4 es moderadamente preferible que A2 porque A4 se basa en conceptos relacionados del ítem, en cambio A2 sólo se basa en calificaciones de los usuarios, por ello se le asigna un puntaje de 3. En la comparación de A4 con A3, se le asignó un puntaje de 2, es decir, A4 es entre igualmente y moderadamente preferible que A3, porque ambos generan una recomendación precisa, pero la recomendación basada en ontologías depende más de la descripción de los ítems. Al comparar A4 vs A5, se tiene que A4 es igualmente preferible que A5, porque los dependen de la descripción de los libros para la recomendación. Por lo tanto, la comparativa de A5 vs A1, A2 y A3 tiene los mismos puntajes que A4.

A partir de la Tabla 2.9 obtenemos la matriz normalizada MN_{C4} :

$$MN_{C4} = \begin{pmatrix} 0.2609 & 0.2308 & 0.2727 & 0.2609 & 0.2609 \\ 0.0870 & 0.0769 & 0.0455 & 0.0870 & 0.0870 \\ 0.1304 & 0.2308 & 0.1364 & 0.1304 & 0.1304 \\ 0.2609 & 0.2308 & 0.2727 & 0.2609 & 0.2609 \\ 0.2609 & 0.2308 & 0.2727 & 0.2609 & 0.2609 \end{pmatrix}$$

Luego se procede a obtener el vector propio VP_{C4} para la matriz MN_{C4} :

$$VP_{C4} = \begin{pmatrix} \mathbf{0.2572} \\ 0.0766 \\ 0.1517 \\ \mathbf{0.2572} \\ \mathbf{0.2572} \end{pmatrix}$$

Según el vector VP_{C4} para que la recomendación sea más precisa las mejores alternativas a seleccionar son A1, A4 y A5 porque en promedio tiene un mejor puntaje.

La Tabla 2.10 muestra la matriz de comparación de alternativas de acuerdo al criterio C5 (Trabajo con ítems físicos):

Alternativas	A1	A2	A3	A4	A5
A1	1	1	1	1/7	1/7
A2	1	1	1	1/7	1/7
A3	1	1	1	1/7	1/7
A4	7	7	7	1	1
A5	7	7	7	1	1
Suma	17.0000	17.0000	17.0000	2.4286	2.4286

Tabla 2.10 Matriz de comparación según el criterio de "Trabajo con ítems físicos" [Fuente propia]

En las celdas A1 vs A2, A1 vs A3 y sus correspondientes de la Tabla 2.10, es decir, A2 vs A1 es el correspondiente para A1 vs A2, tienen un puntaje de 1, porque dichas alternativas trabajan muy bien cuando los ítems a recomendar se encuentran en un repositorio o están digitalizados, es decir, ítems electrónicos, pero en el caso de ítems físicos todos necesitan que se procese los datos de los ítems y esto genera complejidad en el diseño de la solución. En las celdas A4 vs A1, A4 vs A2, A4 vs A3 se asignó un puntaje de 7, porque A4 trabaja mejor con ítems físicos al representar el conocimiento de los ítems con conceptos relacionados. En la comparativa de A4 vs A5 se asigna un puntaje de 1, es decir, A4 es igualmente preferible que A5, porque ambos ayudan a representar los temas contenidos, que son el mayor interés del usuario.

A partir de la Tabla 2.10 se obtiene la matriz de comparación MN_{C5} :

$$MN_{C5} = \begin{pmatrix} 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 \\ 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 \\ 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 & 0.0588 \\ 0.4118 & 0.4118 & 0.4118 & 0.4118 & 0.4118 \\ 0.4118 & 0.4118 & 0.4118 & 0.4118 & 0.4118 \end{pmatrix}$$

Finalmente obtenemos el vector propio VP_{C5}

$$VP_{C5} = \begin{pmatrix} 0.0588 \\ 0.0588 \\ 0.0588 \\ \mathbf{0.4118} \\ \mathbf{0.4118} \end{pmatrix}$$

De acuerdo al vector VP_{C5} las alternativas que mejor trabajan con ítems físicos son la alternativa A4 y A5, puesto que obtienen el mayor puntaje promedio.

Luego se procede a calcular la matriz de prioridades por cada criterio conformada por los vectores propios generados por cada criterio de la siguiente manera:

$$VP_{Cada\ criterio} = (VP_{C1} + VP_{C2} + VP_{C3} + VP_{C4} + VP_{C5})$$

$$VP_{Cada\ criterio} = \begin{pmatrix} 0.1888 & 0.1549 & 0.1805 & 0.2572 & 0.0588 \\ 0.0484 & 0.0646 & 0.0495 & 0.0766 & 0.0588 \\ 0.0484 & 0.0646 & 0.0495 & 0.1517 & 0.0588 \\ 0.4325 & 0.3579 & 0.2627 & 0.2572 & 0.4118 \\ 0.2819 & 0.3579 & 0.4576 & 0.2572 & 0.4118 \end{pmatrix}$$

Finalmente multiplicamos la matriz $VP_{Cada\ criterio}$ por el vector propio VP que se obtuvo al realizar la comparación entre los criterios.

$$VP = \begin{pmatrix} 0.0916 \\ 0.0574 \\ 0.0423 \\ 0.4148 \\ 0.3939 \end{pmatrix}$$

Para obtener el resultado multiplicaremos matricialmente $VP_{Cada\ criterio} \times VP$:

$$A1 = (0.1888 \times 0.0916) + (0.1549 \times 0.0574) + (0.1805 \times 0.0423) + (0.2572 \times 0.4148) + (0.0588 \times 0.3939) = 0.1637$$

$$A2 = (0.0484 \times 0.0916) + (0.0646 \times 0.0574) + (0.0495 \times 0.0423) + (0.0766 \times 0.4148) + (0.0588 \times 0.3939) = 0.0652$$

$$A3 = (0.0484 \times 0.0916) + (0.0646 \times 0.0574) + (0.0495 \times 0.0423) + (0.1517 \times 0.4148) + (0.0588 \times 0.3939) = 0.0963$$

$$A4 = (0.4325 \times 0.0916) + (0.3579 \times 0.0574) + (0.2627 \times 0.0423) + (0.2572 \times 0.4148) + (0.4118 \times 0.3939) = 0.3402$$

$$A5 = (0.2819 \times 0.0916) + (0.3579 \times 0.0574) + (0.4576 \times 0.0423) + (0.2572 \times 0.4148) + (0.4118 \times 0.3939) = 0.3346$$

2.2.4 Resultados del Benchmarking

Según los cálculos realizados anteriormente se tiene el siguiente vector resultado:

$$VP_{Cada\ criterio} \times VP = \begin{pmatrix} 0.1637 \\ 0.0652 \\ 0.0963 \\ 0.3402 \\ 0.3346 \end{pmatrix}$$

De acuerdo al método AHP, se debe seleccionar la alternativa que tenga el mayor puntaje; pero en este caso, se seleccionará las dos alternativas con mayor puntaje, ya que la alternativa A5 (Basada en ontologías) se complementa con la A6 (Uso de tesauros), además según lo que se mostró en el proceso detallado anteriormente dichas técnicas solucionan la mayoría de problemas clásicos de un típico sistema de recomendación.

Capítulo III: Estado del Arte

3.1 Casos de Éxito

A continuación se detallará algunos de los sistemas de recomendación que han demostrado su éxito en diferentes áreas, con fines científicos o experimentales. Además se explicará algunos trabajos de investigación sobre la recomendación de libros.

3.1.1 Diseño de un Sistema de Recomendación en Repositorios de Objetos de Aprendizaje Basado en la Percepción del Usuario: Caso RODAS [M. CARO, +, 2011]

3.1.1.1 Autor(es)

- Manuel Fernando Caro Piñeres.
- Jaime Hernández.
- Jovani Alberto Jiménez Builes.

3.1.1.2 Resumen

Según [M. CARO, +, 2011] el trabajo de investigación desarrolla un sistema de recomendación (SR) de objetos de aprendizaje (OA) para repositorios, además el repositorio RODAS fue utilizado para validar el SR.

3.1.1.3 Tecnología

Según [M. CARO, +, 2011], el SR está basado en filtrado colaborativo utilizando una adaptación del algoritmo k-vecinos.

3.1.1.4 Metodología

Según [M. CARO, +, 2011], el trabajo utiliza la percepción que tiene el usuario acerca de la usabilidad y utilidad de los OA descargados del repositorio, además explica que mediante un sistema de votación de los OA el algoritmo se adaptó al concepto de percepción.

3.1.1.5 Resultados

Según indica [M. CARO, +, 2011], señalado en [D. HUAMAN, + 2018], en este trabajo de investigación se utilizó el Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA) para validar el sistema; este repositorio es lo utilizan los docentes de educación básica primaria y secundaria adscritos en la Secretaría de Educación Municipal de Montería – Córdoba, denominado RODAS. Según [M. CARO, +, 2011] y [D. HUAMAN, + 2018] la validación del sistema se realizó durante 5 días con 10 usuarios, representados de la siguiente forma $U = \{u1, u2, u3, u4, u5, u6, u7, u8, u9, u10\}$, se tomó en cuenta la percepción que tiene el usuario acerca de la usabilidad y utilidad de los OA descargados del repositorio, la valorización que dan los usuarios va desde 1 a 5.

Según indica [M. CARO, +, 2011], señalado en [D. HUAMAN, + 2018], la columna **NOR-V** de la Tabla 3.1 muestra el número de OA que fueron recomendados a los usuarios, la columna **NOR – 4-5** es el número de OA que han sido calificados por el usuario entre 4 y 5, de la misma manera con la columna **NOR – 3-4**, la columna **% 4 a 5** es el porcentaje de OA de la columna **NOR-V** que fue valorado entre 4 y 5, de igual manera con la columna **% 3 a 4**. Las recomendaciones de OA a los usuarios fueron acorde a sus necesidades y el algoritmo generó una recomendación acertada porque los usuarios calificaron a más del 77% de los OA que le fueron recomendados con un puntaje entre 4 y 5.

Usuarios	NOR – V	NOR – 4-5	% 4 a 5	NOR – 3-4	% 3 a 4
u1	12	10	83.3	2	16.7
u2	5	4	80	1	20
u3	14	11	78.6	3	21.4
u4	6	6	100	0	0
u5	5	5	100	0	0
u6	21	18	85.7	3	14.3
u7	8	8	100	0	0
u8	9	7	77.8	2	22.2
u9	11	10	90.9	1	9.09
u10	15	13	86.7	2	13.3

Tabla 3.1 Cuadro de aceptación de OA recomendados [M. CARO, +, 2011]

3.1.1.6 Conclusiones

Según [M. CARO, +, 2011] y [D. HUAMAN, + 2018], en el trabajo de investigación descrito se concluyó que el sistema cumplió con las expectativas de las recomendaciones de los OA con respecto a la accesibilidad, usabilidad y pertinencia, y el algoritmo es adecuado para la detección de la percepción de los usuarios de la misma vecindad y ofrecer buenas recomendaciones a los nuevos usuarios, ahorrando tiempo y con un alto nivel de confiabilidad y calidad.

3.1.2 Book Recommendation Based on Library Loan Records and Bibliographic Information [K. TSUJI, +, 2014]

3.1.2.1 Autor(es)

- Keita Tsuji.
- Nobuya Takizawa.
- Sho Sato.
- Ui Ikeuchi.
- Atsushi Ikeuchi.
- Fuyuki Yoshikane.
- Hiroshi Isumura.

3.1.2.2 Resumen

Como indica [K. TSUJI, +, 2014], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], se realizó en la biblioteca de la Universidad de Tsukuba en Japón, este trabajo de investigación se realizó para mostrar la efectividad de utilizar el récord de préstamos de libros y la información del contenido de los libros para los sistemas de recomendación de libros. Para su demostración participaron 32 estudiantes de la universidad con una muestra de libros de la misma. Entre el 2 de Enero del 2006 al 31 de Marzo del 2012 se obtuvo 2'324,418 récords de préstamos de la biblioteca, estudiantes de pregrado revisaron 999,630 libros, estudiantes graduados revisaron 1'294,012 libros y 30,776 fueron revisados por otro tipo de patrones.

3.1.2.3 Tecnología

Se utilizó tres métodos de recomendación: basado en similitud entre el Título y el esquema en la base de datos de los libros, basado en reglas de asociación, y basado en Máquina de Vectores de Soporte (SVM), además se comparó los resultados con el sistema de recomendación actual de Amazon.

3.1.2.4 Resultados

Utilizando el método basado en Máquina de Vectores de Soporte (SVM) se combinó varias características para obtener un puntaje y la combinación “NDC+Title+Loan Record” obtuvo la mayor proporción de recomendación con 71.9% de 96 libros, en segundo lugar, la combinación “BOOKDB+NDC+ Title+Loan Record” con 65.7% de 96 y seguido por “Title + Loan Record” con 63.6%. En ningunos de los casos se consideró al sistema de Amazon porque éste tenía mejores resultados que los métodos ya mencionados.

3.1.3 Building a Book Recommender system using time based content Filtering [C. RANA, +, 2012]

3.1.3.1 Autor(es)

- Chhavi Rana.
- Sanjay Kumar Jain.

3.1.3.2 Resumen

El sistema de recomendación propuesto añade una dimensión temporal que no tenían hasta entonces dichos sistemas, es decir, asigna un contador que toma en cuenta el número de veces que un libro es pedido por un usuario en periodo de tiempo, el cual se va actualizando.

3.1.3.3 Metodología

El proceso de este sistema se divide en: recolección de datos en la web, procesamiento de los datos recogidos, interpretación de los datos en la web, finalmente la recomendación.

3.1.3.4 Resultados

En una encuesta, a 74 participantes, el 54% (40) prefiere una recomendación diversa, es decir, recomendaciones de diversos ítems que cambian en el tiempo, el 22% (16) prefiere las recomendaciones similares y el 24% (18) no prefiere ninguno, ambos o no tiene preferencia alguna. Estos datos se muestran en el Gráfico 3.1.

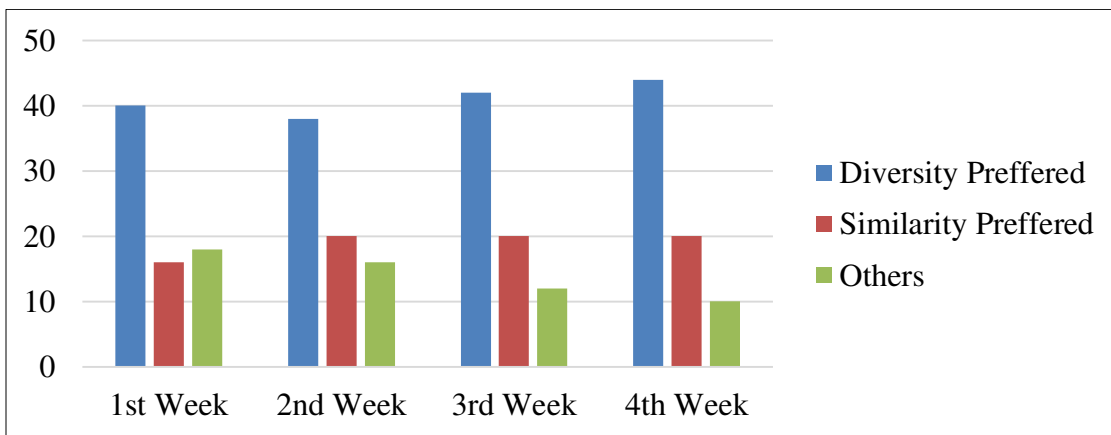


Gráfico 3.1 Efecto de la Diversidad [C. RANA, +, 2012]

Además los participantes dieron un puntaje entre 1 a 10 con respecto a la calidad de recomendación. El 26% (20) de participantes no notaron ningún cambio en sus recomendaciones, y el 74% (54) sí notaron un gran cambio en sus recomendaciones diarias, semanales o periódicamente. Estos datos se muestran en el Gráfico 3.2.

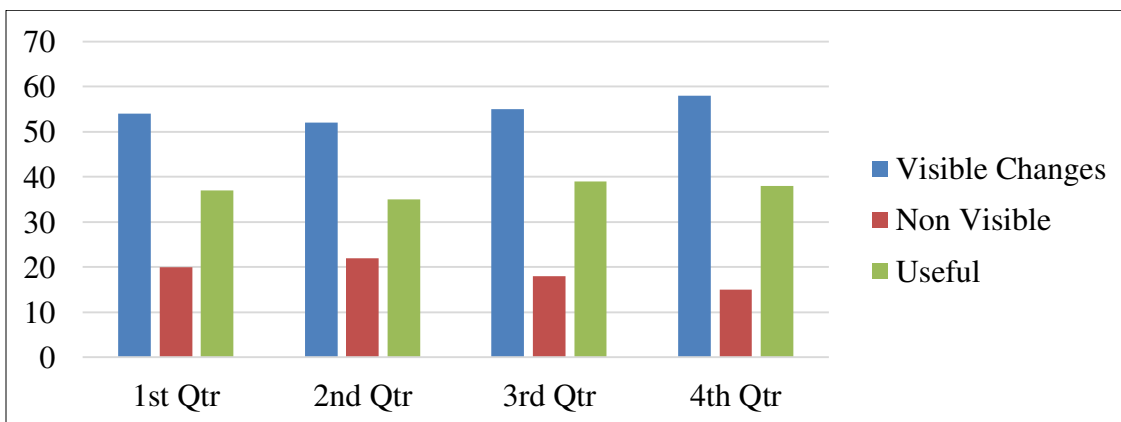


Gráfico 3.2 Efecto del tiempo o temporal [C. RANA, +, 2012]

3.1.4 Escaping your comfort zone: A graph-based recommender system for finding novel recommendations among relevant items [K. LEE, +, 2014]

3.1.4.1 Autor(es)

- Kibeom Lee.
- Kyogu Lee

3.1.4.2 Resumen

Se presenta un sistema de recomendación basado en grafos orientado a proporcionar recomendaciones nuevas y diversas.

3.1.4.3 Metodología

Se utiliza un algoritmo que consta de tres pasos:

- Paso 1: La matriz de calificaciones o la matriz de usuario-ítem se convierte en una matriz de adyacencia ponderada.
- Paso 2: Esta matriz es usada para crear un grafo con los enlaces de las relaciones positivas.
- Paso 3: Se calcula la entropía para todos los nodos completando el estado de pre-procesamiento.

3.1.4.4 Resultados

Con el algoritmo de recomendación basada en factorización matricial (MF) descrito, se obtiene buenos resultados en recomendaciones relevantes pero no en recomendaciones nuevas. Se hace una comparación entre el algoritmo MF y el algoritmo GraphRec (GR), y el segundo tiene mejores resultados que el primero con respecto a las recomendaciones nuevas.

3.1.5 Plataforma de Recomendación de Contenidos Para Libros Electrónicos Inteligentes Basadas en el Comportamiento de los Usuarios [J. LOPEZ, +, 2011]

3.1.5.1 Autor(es)

- J. López
- E.R. Núñez-Valdéz
- J.M. Cueva
- O. Sanjuán
- B. C. Pelayo
- C. Montenegro.

3.1.5.2 Resumen

Según [J. LOPEZ, +, 2011], en el presente trabajo de investigación se presenta un caso de estudio para la implementación de la plataforma de recomendación de contenidos.

3.1.5.3 Metodología

Según [J. LOPEZ, +, 2011], en el sistema propuesto, para lograr una aproximación a la solución de retroalimentación explícita se diseñó modelo que analiza el comportamiento de los usuarios, luego convierte los datos obtenidos en un valor explícito que se aproxime al valor que un usuario otorgaría a un contenido de forma explícita, para ello se desarrolló una plataforma web. La conversión de la información implícita a explícita se realizó por medio del Algoritmo de Conversión de la Retroalimentación Implícita a Explícita (ACRIE).

3.1.5.4 Resultados

Se planteó el modelo de la plataforma para que el usuario no tenga que valorar explícitamente los contenidos que le parezcan interesantes mediante la creación del algoritmo ACRIE.

3.1.6 Personalización en Recomendadores Basados en Contenido y su Aplicación a Repositorios de Objetos de Aprendizaje [A. RUIZ, +, 2010]

3.1.6.1 Autores:

- A. Ruiz Iniesta.
- G. Jiménez Díaz.
- M. Gómez Albarrán.

3.1.6.2 Resumen:

Como indica [A. RUIZ, +, 2010], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], este trabajo de investigación plantea un nuevo enfoque para recomendar basándose en el contenido personalizado de los objetos de aprendizaje (LO), este enfoque da prioridad a los LO que son similares a los objetivos de aprendizaje del estudiante a corto plazo, de esta manera tiene una utilidad pedagógica.

3.1.6.3 Tecnología

El trabajo presenta una recomendación basada en contenido.

3.1.6.4 Metodología

Como indica [A. RUIZ, +, 2010], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], en este trabajo de investigación el proceso de recomendación tiene dos pasos: la etapa de

recuperación y ordenación, la primera se busca los LO que coincidan con la búsqueda del usuario y su perfil, posteriormente estos se filtran y los LO que contenga los conceptos que estén “listos para ser explorados” por el estudiante se considerarán en la segunda etapa, para que un concepto esté “listo para ser explorado”, el concepto ha sido explorado por el estudiante o es un concepto que el estudiante puede descubrir, esto es, si un concepto **c1** precede a un concepto **c2**, el estudiante puede descubrir el concepto **c2** si ha alcanzado un nivel de competencia que supera un determinado umbral de progreso con respecto al concepto **c1**, en la segunda etapa se ordena los LO con respecto a la calidad asignada a cada uno de ellos. En la Figura 3.1 se muestra parte de la ontología del campo “**Programación**” que propone este trabajo de investigación, donde el concepto Bucle puede ser explorado cuando se tenga un buen nivel de competencia el concepto Condicional.

3.1.6.5 Conclusiones

Como indica [A. RUIZ, +, 2010], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], explica una nueva aproximación en recomendación basada en contenidos de LOs que promueve grandes niveles de personalización, y puede ser aplicado a diferentes dominios educativos.

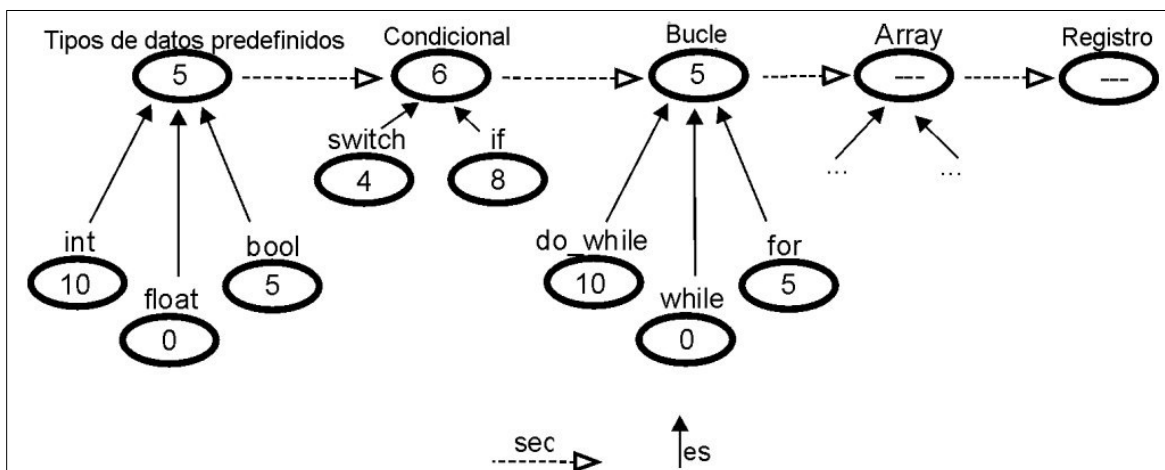


Figura 3.1 Fragmento de la ontología del campo “Programación” propuesto por [A. RUIZ, +, 2010]

Capítulo IV: Aporte Teórico

4.1 Sistema de biblioteca actual de la FISI

Actualmente la FISI cuenta con sistema para la búsqueda de Libros, los cuales no tienen un aporte relevante al estudiante, porque el usuario es el que determina cuál es el ítem que más coincide con sus requerimientos específicos. Si el usuario conoce el libro por recomendación de un tercero, no tendrá problemas en pedirlo, pero si el usuario necesita saber sobre un tema en específico, tendría que buscar por cada libro que coincida con la búsqueda, pero no existe la certeza que dicho libro le sirva al usuario, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Si el libro es comprensible o no.
- El contenido del libro se encuentra actualizado.
- Nivel de teoría del libro.
- Nivel práctico del libro.

En la Figura 4.1 se muestra el proceso que sigue la búsqueda y pedido de libros en la Biblioteca de la FISI.

En el proceso de la Figura 4.1 el usuario necesita visualizar el contenido del índice del libro antes de seleccionar un libro. Ello conlleva mucho tiempo hasta que el usuario encuentre el tema que está buscando.

El proceso de la Figura 4.1 no asegura que el libro seleccionado por el usuario contenga nuevos temas que el usuario esté en condiciones de aprender, porque el usuario sólo revisa lo que necesita en el momento.

Además, el usuario no tiene la seguridad que el libro solicitado sea bueno en los aspectos mencionados anteriormente, porque el usuario no tiene la posibilidad de ver algunas opiniones de otros usuarios que haya pedido el mismo libro.

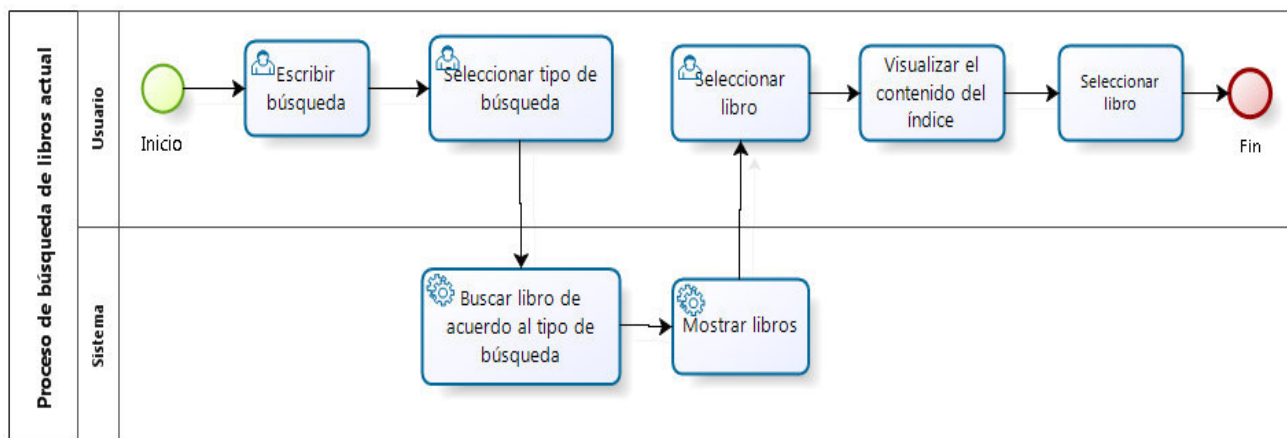


Figura 4.1 Búsqueda de libro en el sistema actual de la Biblioteca de la FISI [Fuente propia]

En la Figura 4.2 se muestra el proceso de devolución del libro prestado, donde el administrador del sistema solicita al sistema los pedidos pendientes, el sistema busca y muestra éstos, el administrador selecciona el pedido correspondiente al usuario que devolvió el libro, finalmente, el sistema actualiza el pedido y muestra un mensaje de confirmación al administrador.

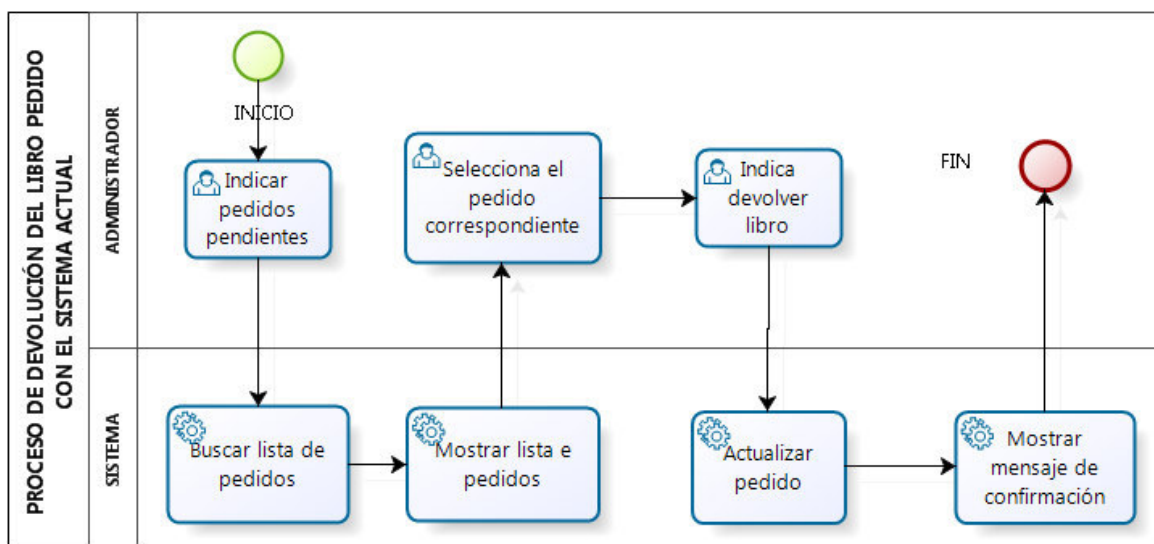


Figura 4.2 Proceso de devolución del libro pedido con el sistema actual [Fuente propia]

Durante el proceso de devolución del libro prestado, ilustrado en la Figura 4.2, no se realiza algún tipo de calificación o comentario al libro que el usuario ha leído, por lo tanto, no existe una retroalimentación entre los usuarios con respecto al contenido temático de los libros.

4.2 Sistema de recomendación de libros propuesto

En el presente trabajo de investigación se propone un sistema de recomendación basado en ontologías asociado a tesauros para solucionar el problema mencionado en la sección 1.2.

En la Figura 4.3, se muestra el proceso de recomendación de libros con el sistema propuesto.

El proceso inicia cuando el sistema verifica en el archivo OWL si el usuario ha seleccionado algún campo de estudio (descriptor) o curso para recomendar los libros relacionados a éste. En el caso existan libros relacionados, el sistema los mostrará. El usuario indicará si solicita uno de estos libros o recurrirá a una recomendación por curso o campo de estudio. En caso el usuario indique una recomendación por curso, el sistema recomendará los libros relacionados al curso seleccionado, pero si indica recomendación por campo de estudio, procederá a seleccionar los campos de estudio que conozca o que desee aprender. Entonces el sistema inferirá los campos de estudio que el usuario está en capacidad de aprender o que puede aprender, luego el sistema recomendará los libros relacionados a los campos de estudio seleccionados y los que haya inferido.

El sistema soluciona las falencias descritas en la Figura 4.1, el usuario siempre obtendrá el libro que necesita sin revisar el índice del libro. Además, el libro que seleccione el usuario tendrá temas que esté en capacidad de aprender.

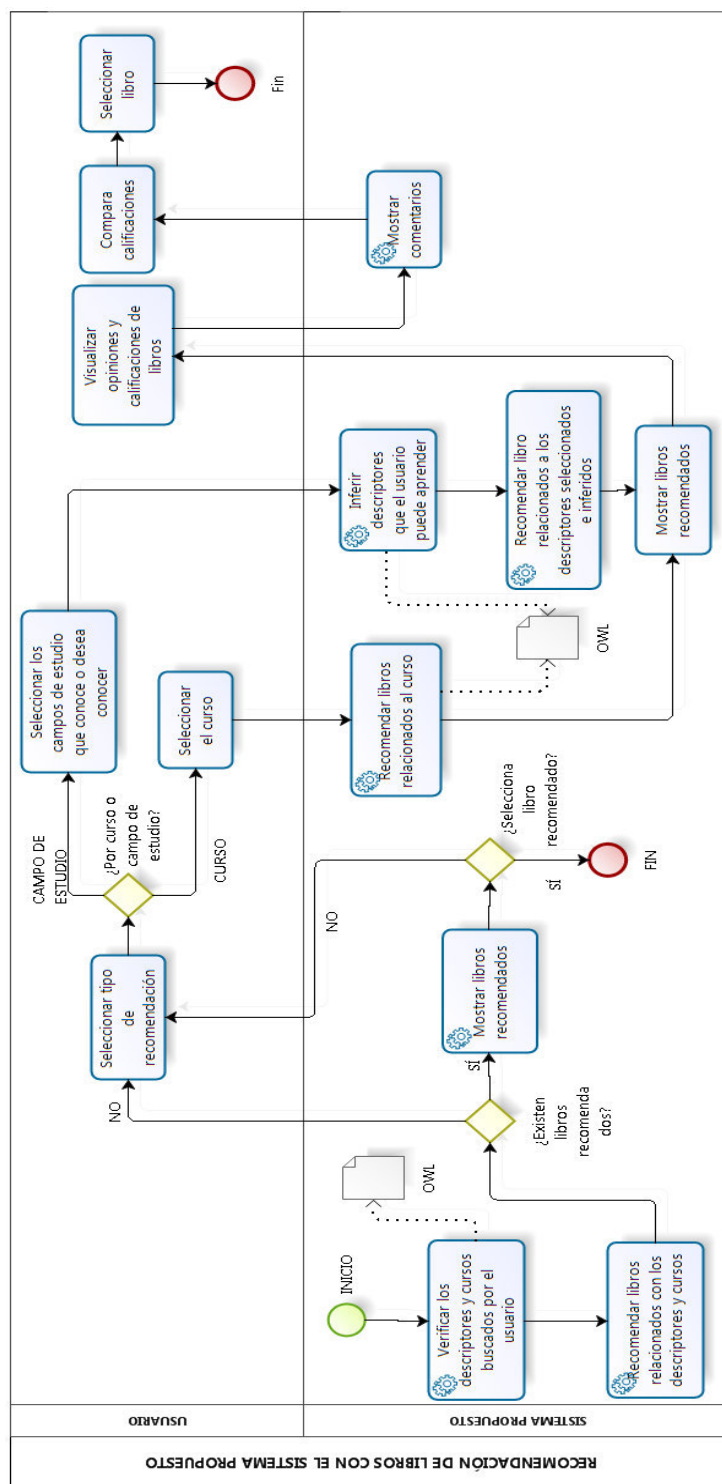


Figura 4.3 Proceso de recomendación de libros con el sistema propuesto [Fuente propia]

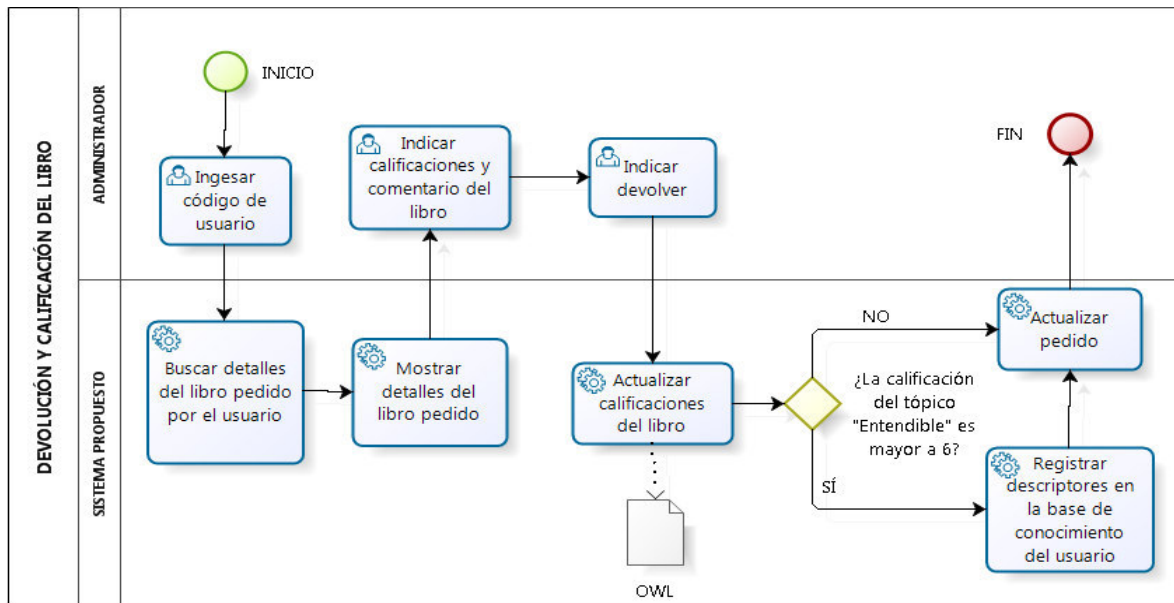


Figura 4.5 Proceso de devolución y calificación del libro [Fuente propia]

4.3 Diagrama general de la solución

En la presente sección se presenta el diagrama general de la solución propuesta.

4.3.1 Diagrama general de la primera recomendación de libros

En la Figura 4.6 se muestra el diagrama general cuando el usuario ingresa al sistema y éste detecta si el usuario ha realizado búsquedas de descriptores o cursos para recomendaciones previas. Luego el sistema infiere que descriptores el usuario ya puede aprender (descriptores sucesores) y recomienda de acuerdo a ello y a los cursos encontrados anteriormente.

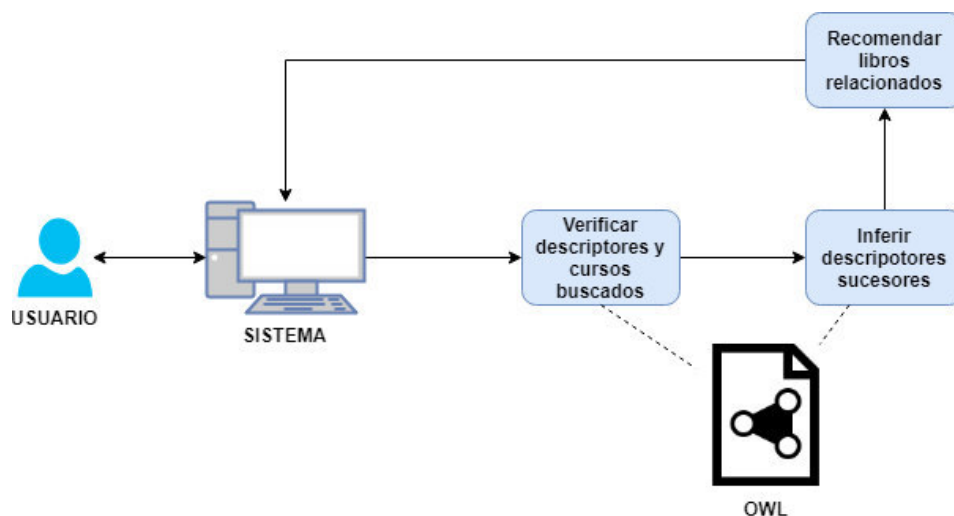


Figura 4.6 Diagrama general de la primera recomendación de libros [Fuente propia]

4.3.2 Diagrama general de la recomendación por descriptores

En la Figura 4.7 se muestra el diagrama general de la recomendación por descriptores o cursos. Si el usuario ha seleccionado descriptores el sistema inferirá que descriptores el usuario ya puede aprender; de acuerdo a ello, el sistema recomendará los libros relacionados.

Si el usuario selecciona un curso en particular, el sistema encontrará los libros relacionados y los recomendará.

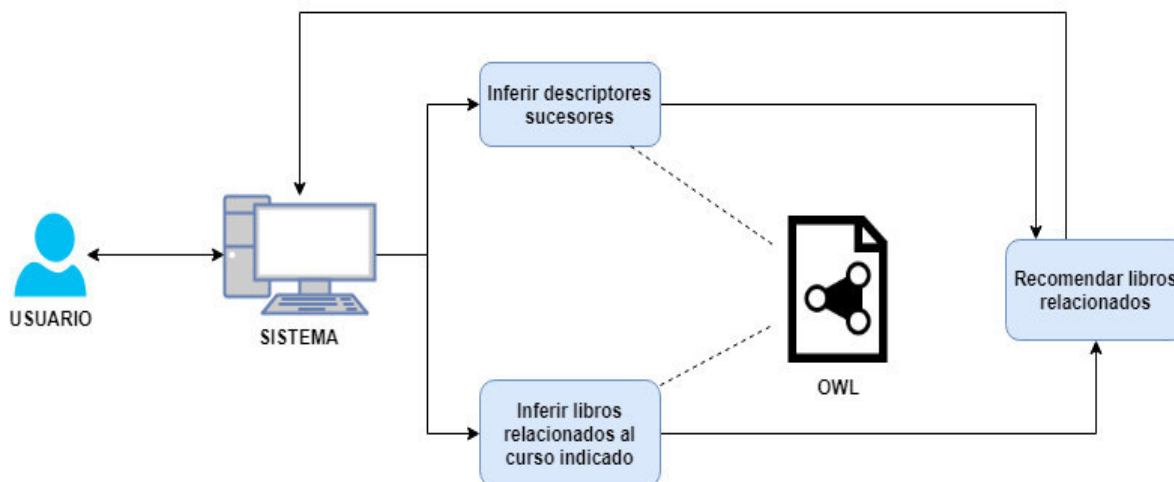


Figura 4.7 Diagrama general para la recomendación de libros por descriptores o cursos
[Fuente propia]

4.3.3 Diagrama general de la calificación del libro

En la Figura 4.8 se muestra el diagrama general del proceso de calificación del libro, donde el Administrador del sistema busca al usuario por su código para encontrar los detalles del libro prestado, luego el Administrador ingresa las calificaciones y el comentario acerca del libro, dadas por el usuario. El sistema analiza el comentario por medio del servicio web de Meaning Cloud (www.meaningcloud.com), el servicio web retorna una determinada polaridad para el comentario, el sistema asigna una calificación del 1 al 10 (Ver Tabla 6.1) de acuerdo a la polaridad retornada. Luego el sistema actualiza las calificaciones del libro y verifica si el puntaje asignado al primer criterio (nivel de entendimiento del libro), descrito en la sección 4.2, es mayor a 6, entonces asignará los descriptores, seleccionados en el proceso de recomendación, al perfil del usuario. Finalmente el sistema actualiza los datos del pedido.

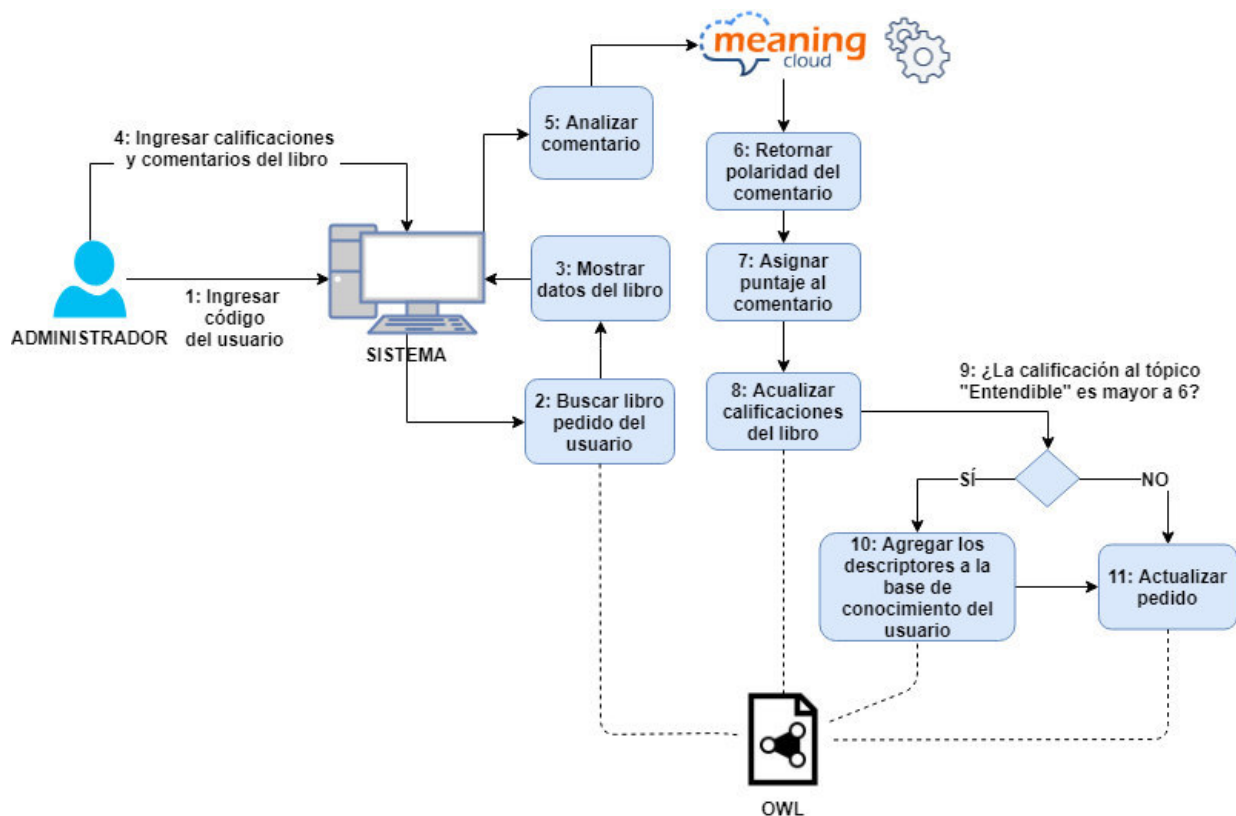


Figura 4.8 Diagrama general para la calificación del libro [Fuente propia]

4.4 Análisis de la Solución

4.4.1 Requerimientos funcionales

Entre los requerimientos funcionales principales que se puede identificar para el sistema propuesto son los siguientes que se muestra en la Tabla 4.1:

Código	Nombre de requerimiento funcional
RF01	Recomendación de libro
RF02	Consulta de pedidos
RF03	Calificación de pedidos
RF04	Devolución de pedido
RF05	Registro de usuario
RF06	Registro de libros
RF07	Registro de cursos
RF08	Registro de campos de estudio

Tabla 4.1 Requerimientos funcionales del sistema propuesto [Fuente propia]

4.4.2 Actores del sistema propuesto

Los actores involucrados en el sistema propuesto son los que se muestran en la Tabla 4.2:

Actor	Descripción
Administrador	Persona encargada de dar mantenimiento al sistema, aceptar, rechazar el pedido y devolver el préstamo.
Alumno pre-grado	Personas que necesitan realizar la consulta para la recomendación de un libro.
Alumno post-grado	
Usuario externo	
Docente	

Tabla 4.2 Actores del sistema [Fuente propia]

En la Figura 4.9 se muestra el diagrama de los actores involucrados al sistema, además se ha realizado una generalización entre el Alumno pre-grado, Alumno post-grado, Usuario externo y Docente como Usuario Principal porque realizan las mismas tareas o actividades.

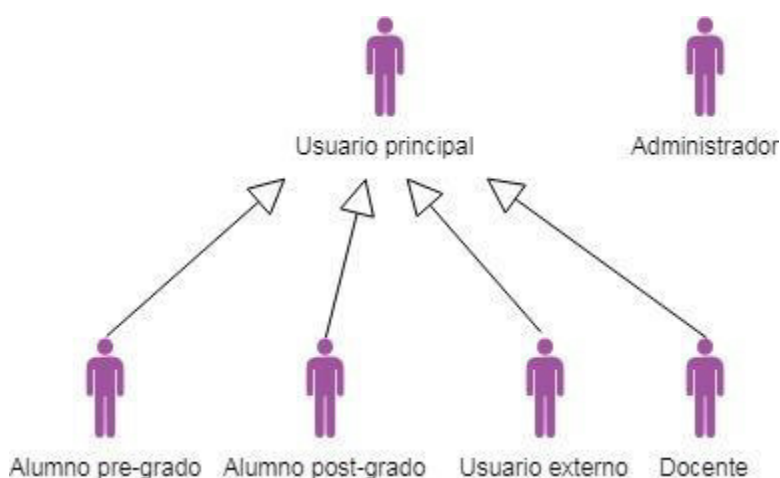


Figura 4.9 Diagrama de actores del sistema [Fuente propia]

4.4.3 Matriz de Requisitos vs Casos de Uso

Con la información de la Tabla 4.1 y la Tabla 4.2 se va realizar la Matriz de Requisitos vs Casos de Uso como se ve en la Tabla 4.3. Esta matriz muestra claramente los casos de uso del sistema y cuáles son las actividades que involucran.

Matriz de requerimientos de Casos de Uso					
Proceso	Actividad	Responsable	Caso de Uso	Caso de Uso de Negocio	Actor
Proceso de recomendación de libros	Ingreso al sistema con validación por clave	Administrador o Usuario principal	Iniciar sesión	Gestión de usuarios	Administrador o Usuario principal
	Registro de usuario para el sistema	Administrador	Registrar de usuario		Administrador
	Registro, modificación, eliminación y	Administrador	Registrar libro	Gestión de libros	Administrador

	consulta de libros				
	Registro de cursos	Administrador	Registrar cursos	Gestión de ontología	Administrador
	Registro de descriptores	Administrador	Registrar descriptores		
	Registrar relación entre libros y cursos	Administrador	Registrar asociación entre libros y cursos		
	Registrar relación entre libros y descriptores	Administrador	Registrar asociación entre libros y descriptores		
	Registrar relación entre descriptores	Administrador	Registrar asociación entre descriptores		
	Recomendar libros	Usuario principal	Recomendar libros	Gestión de recomendación	Usuario principal
	Consultar pedidos de libros	Administrador	Consultar pedidos	Gestión de pedidos	Administrador
	Aceptar pedidos de libros	Administrador	Aceptar pedidos		
	Rechazar pedidos de libros	Administrador	Rechazar pedidos		
	Devolver libro prestado	Administrador	Registrar devolución de libro		

Tabla 4.3 Matriz de Requisitos vs Casos de Uso [Fuente propia]

4.4.4 Diagrama de paquetes del sistema

En la Figura 4.10 se muestra el diagrama de paquetes del sistema propuesto de acuerdo al análisis realizado hasta ahora. Existe una dependencia entre la **Gestión de recomendación** y **Gestión de usuarios**, porque la recomendación de los libros depende del conocimiento del usuario. También depende de la **Gestión de ontología** porque la recomendación de libros consulta la ontología creada para recomendar los libros; además depende de la **Gestión de libros**. Por último, la **Gestión de pedidos** depende de la **Gestión de libros**.

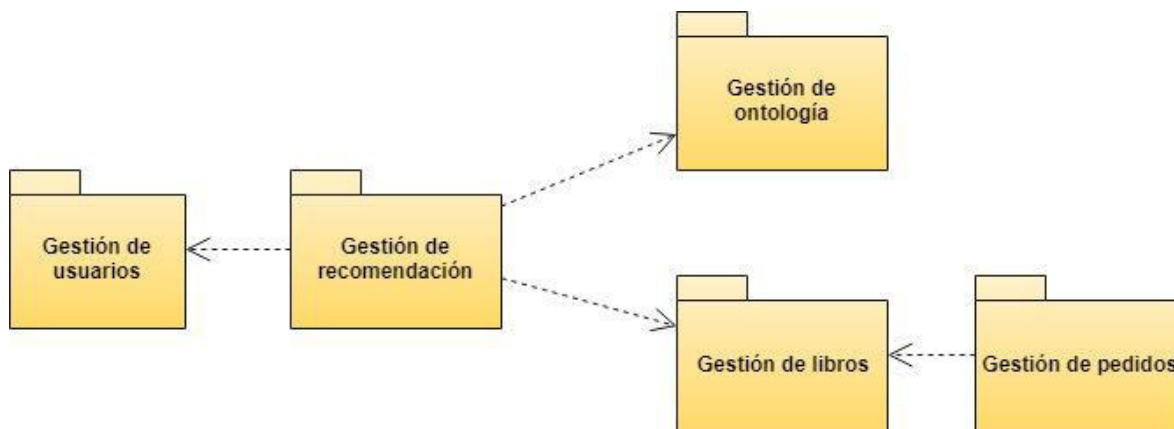


Figura 4.10 Diagrama de paquetes del sistema [Fuente propia]

4.4.5 Casos de uso del sistema

De acuerdo al análisis realizado hasta ahora se procederá a representar los casos de uso del sistema propuesto como se muestra en las siguientes figuras.

La Tabla 4.4 muestra la descripción de los casos de uso de la Gestión de Usuarios en la que se administrará el acceso de los usuarios al sistema.

Identificador	Caso de uso	Descripción
CUS01	Iniciar sesión	Caso de uso en la que tanto el Administrador como el Usuario Principal accederán al sistema y tendrán los permisos correspondientes.
CUS02	Registrar Usuario	Caso de uso por medio del cual el Administrador registrará a todos los usuarios que podrán interactuar con el sistema.

Tabla 4.4 Descripción de los casos de uso de la Gestión de Usuarios [Fuente propia]

La Figura 4.11 muestra el diagrama de casos de uso del sistema de la Gestión de Usuarios, además se puede visualizar que los dos actores involucrados son el Administrador y el Usuario Principal.



Figura 4.11 Diagrama de casos de uso de la Gestión de usuarios [Fuente propia]

En la Tabla 4.5 se ve una descripción breve del caso de uso que conforma la Gestión de libros.

Identificador	Caso de uso	Descripción
CUS03	Registrar libro	Caso de uso en el cual el Administrador registra los libros de la biblioteca.

Tabla 4.5 Descripción de los casos de uso de la Gestión de libros [Fuente propia]

La Figura 4.12 muestra el diagrama de casos de uso de la Gestión de Libros, donde el actor involucrado es el Administrador.



Figura 4.12 Diagrama de casos de uso de Gestión de libros [Fuente propia]

En la Tabla 4.6 se muestra una breve descripción de los casos de Gestión de ontología.

Identificador	Caso de uso	Descripción
CUS04	Registrar curso	Caso de uso en la que el Administrador registra los datos del curso.
CUS05	Registrar descriptor	Caso de uso en el cual el Administrador registra un determinado descriptor.
CUS06	Registrar asociación entre libros y cursos	Caso de uso por el cual el Administrador registra la relación que existe entre los libros y cursos.
CUS07	Registrar asociación entre libros y descriptores	Caso de uso en el que el Administrador registra la relación que existe entre un determinado libro y un descriptor.
CUS08	Registrar asociación entre descriptores	Caso de uso en el que el Administrador registra la relación que existe entre dos determinados descriptores.

Tabla 4.6 Descripción de los casos de uso de Gestión de ontología [Fuente propia]

En la Figura 4.13 se muestra el diagrama de casos de uso de Gestión de ontología, donde el actor es el Administrador.

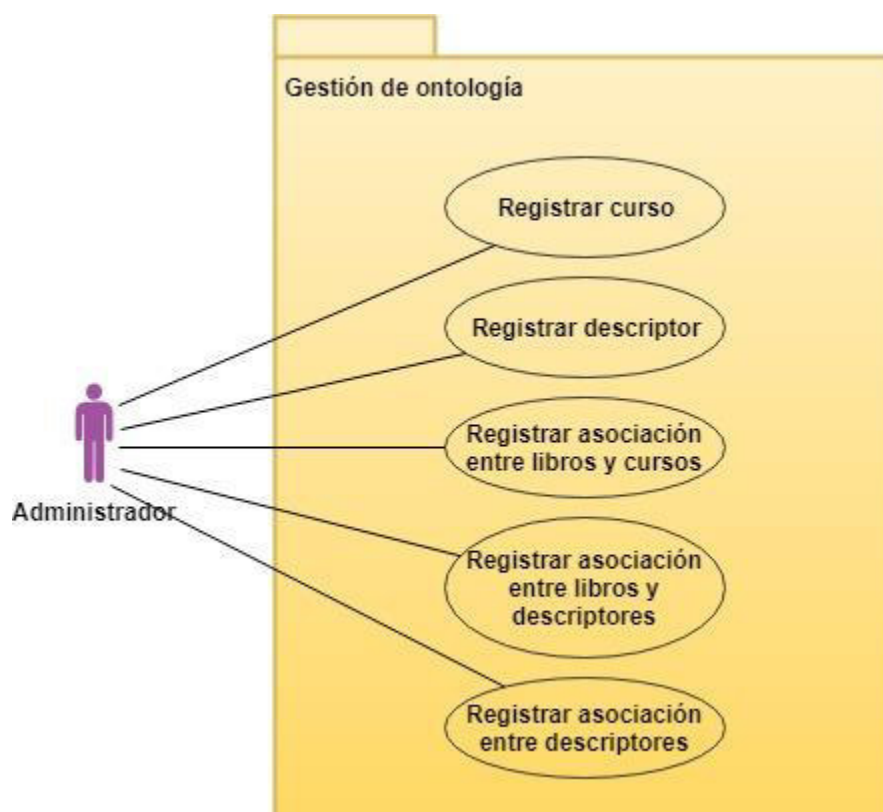


Figura 4.13 Diagrama de casos de uso de Gestión de ontología [Fuente propia]

En la Tabla 4.7 se muestra el caso de uso que conforma Gestión de recomendación.

Identificador	Caso de uso	Descripción
CUS09	Recomendar libros	Caso de uso en el que el Usuario principal solicita una recomendación de libros.

Tabla 4.7 Descripción de los casos de uso de Gestión de recomendación [Fuente propia]

La Figura 4.14 muestra el diagrama de casos de uso de Gestión de recomendación, donde el actor es el Usuario principal.

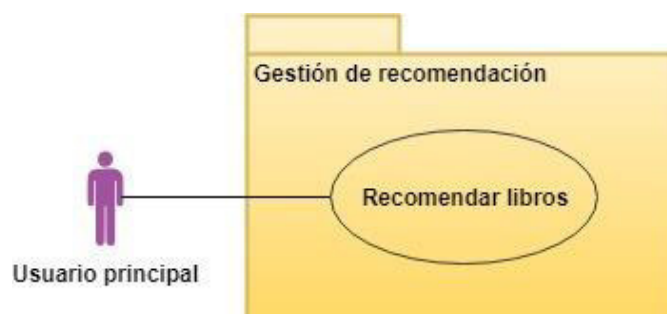


Figura 4.14 Diagrama de casos de uso de Gestión de recomendación [Fuente propia]

La Tabla 4.8 muestra una descripción breve de los casos de uso que conforman la Gestión de pedidos.

Identificador	Caso de uso	Descripción
CUS10	Consultar pedidos	Caso de uso en el que el Administrador consulta los pedidos realizados por el Usuario principal.
CUS11	Aceptar pedidos	Caso de uso en el que el Administrador acepta los pedidos del Usuario principal.
CUS12	Rechazar pedidos	Caso de uso en el que el Administrador rechaza los pedidos del Usuario principal.
CUS13	Registrar devolución de libro	Caso de uso en el que el Administrador registra la devolución del pedido y la calificación del libro dada por el usuario.

Tabla 4.8 Descripción de los casos de uso de Gestión de pedidos [Fuente propia]

La Figura 4.15 muestra el diagrama de casos de uso de Gestión de pedidos, donde el Administrador es el actor.

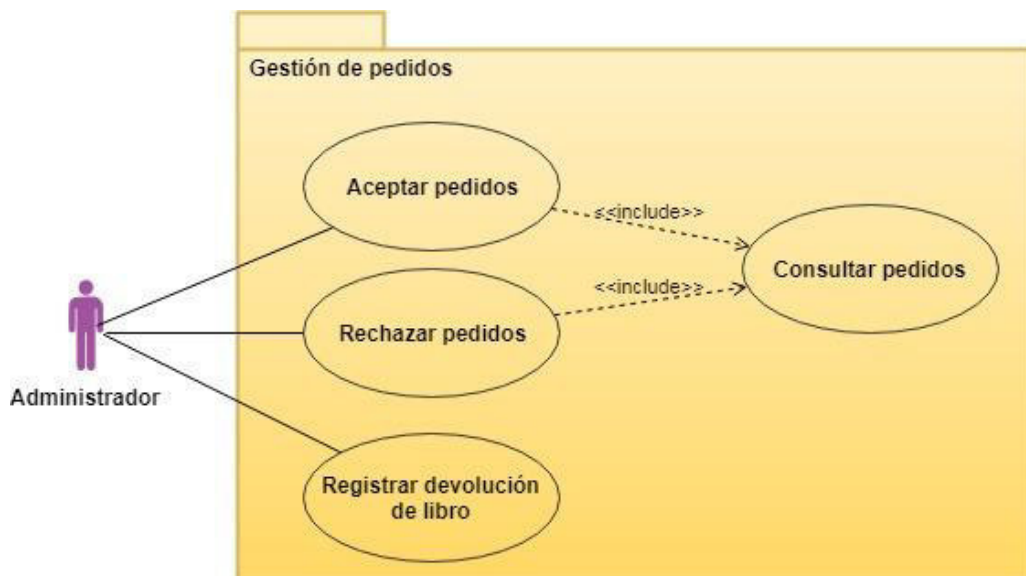


Figura 4.15 Diagrama de casos de uso de Gestión de pedidos [Fuente propia]

4.4.6 Modelo ontológico seleccionado para la recomendación de libros

Como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018] para la recomendación de libros se planteó el siguiente modelo ontológico (ver Figura 4.16).

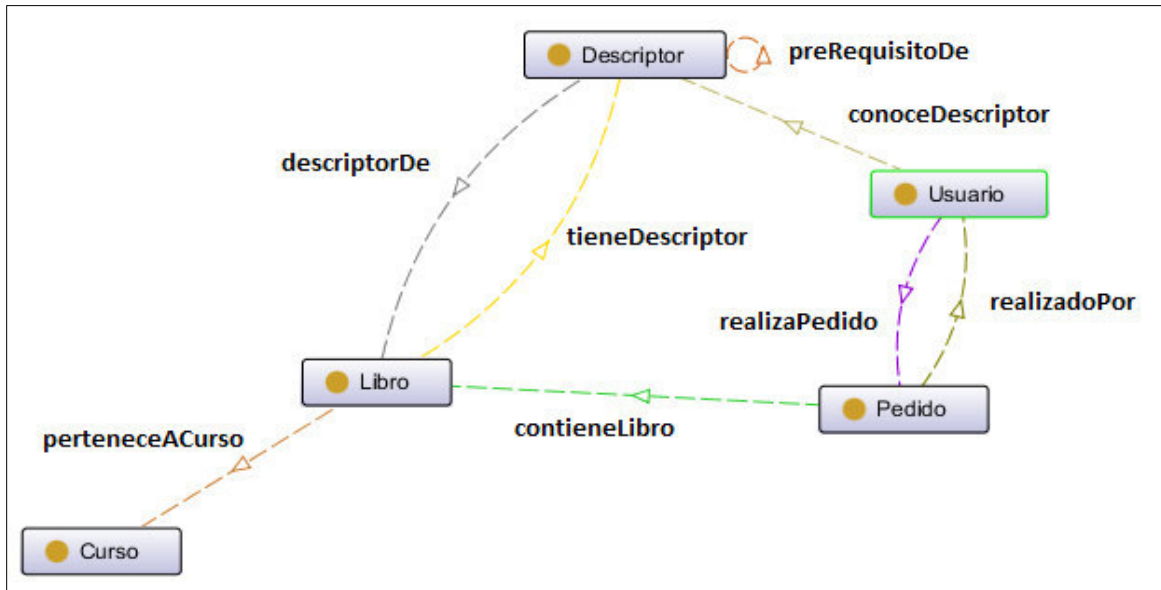


Figura 4.16 Modelo ontológico para la recomendación de libros [D. HUAMÁN, +, 2018]

Como se indicó en [D. HUAMÁN, +, 2018] el modelo ontológico de la Figura 4.16 explica que todo libro tiene descriptores, esto está representado por la relación **tieneDescriptor**, además estos descriptores pueden pertenecer a otros libros por medio de la relación **descriptorDe**.

Como se indicó en [D. HUAMÁN, +, 2018], los descriptores de los libros pueden ser prerequisite de otros descriptores que se encuentren en el mismo libro o en otros, esto es, para conocer un descriptor, debemos tener conocimientos previos de otros. Por ejemplo, en el área de Matemáticas, no podemos aprender el descriptor **Derivadas** sin tener el conocimiento previo de **Límite**.

Como se indicó en [D. HUAMÁN, +, 2018], por medio de la relación **perteneceACurso**, un determinado libro pueden **pertenecer** a un curso. Ello ayuda a recomendar un libro con respecto al curso que necesite el usuario.

Como se indicó en [D. HUAMÁN, +, 2018], por medio de las relaciones **realizaPedido** y **realizadoPor**, se relaciona los pedidos con los usuarios correspondientes. Además cada pedido tiene asociado un libro, por medio de la relación **contieneLibro**. Todo ello con el fin de realizar el registro del pedido.

Como se indicó en [D. HUAMÁN, +, 2018], mientras que el usuario solicite una recomendación por medio de descriptores (campos de estudio) y asigne una calificación mayor a 6 al libro prestado con respecto al criterio “nivel de entendimiento del libro”, el sistema le asociará descriptores, por medio de la relación **conoceDescriptor**, para el perfil del usuario. Ello con el fin que el sistema infiera que otros libros pueda aprender o esté en la capacidad de aprender. Entonces, si el usuario conoce el descriptor **Límites**, está en la capacidad de aprender **Derivadas**, y el sistema realizará la recomendación basado en ello.

Además como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018] el sistema propuesto permitirá recomendar libros con respecto al curso de interés del usuario. Los usuarios podrán realizar muchos pedidos, esto ayudará a la retroalimentación el perfil del usuario y generará más confianza entre otros usuarios que pidan los mismos libros que cumplieron con los requerimientos de anteriores usuarios.

4.5 Diseño de la solución

4.5.1 Especificación de casos de uso

En la presente sección se especificará los principales casos de uso del sistema.

4.5.1.1 Registrar asociación entre libros y cursos

Identificador	CUS06
Actor(es)	Administrador
Precondiciones	Debe estar registrado por lo menos un libro y un curso.
Post-condiciones	El sistema registró la asociación entre el libro y curso.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso inicia cuando el actor indica “Asociación de libros y cursos”. 2. El sistema muestra un formulario con los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Pestaña “Agregar”: <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1. Botón para buscar el libro. 2.1.2. Campos de texto para la clasificación y el título del libro. 2.1.3. Botón para buscar un curso. 2.1.4. Campos de texto para el código y nombre del curso. 2.1.5. Botón “Guardar cambios”. 2.2. Pestaña “Realizar carga”. <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1. Botón “Descargar formato”. 2.2.2. Botón “Seleccionar Excel”. 2.2.3. Botón “Cargar archivo” (deshabilitado). 2.3. Pestaña “Lista de libros y cursos”. <ol style="list-style-type: none"> 2.3.1. Tabla con los campos: clasificación y título. 2.3.2. Botón “Ver curso” por cada fila de la tabla. 3. El usuario selecciona “Buscar libro seleccionado”. 4. El sistema muestra una ventana “Libros” con una lista de libros. 5. El usuario selecciona el libro correspondiente. 6. La ventana desaparece y los campos de “Clasificación” y “Título” se autocompletan con los datos del libro seleccionado. 7. El usuario selecciona “Buscar curso seleccionado”. 8. El sistema muestra los cursos registrados. 9. El usuario selecciona el curso correspondiente. 10. Los campos “Código” y “Nombre” se autocompletan con los datos del curso seleccionado. 11. El usuario indica “Guardar cambios”. 12. El sistema muestra el mensaje “Se relacionó el libro y el curso”. 13. El caso de uso termina.

Tabla 4.9 Especificación de CUS: Registrar asociación entre libros y cursos [Fuente propia]

4.5.1.2 Registrar asociación entre libros y descriptores

Identificador	CUS07
Actor(es)	Administrador
Precondiciones	El sistema debe tener registrado el libro y descriptor correspondiente.
Post-condiciones	El sistema registró la asociación entre el libro y el descriptor.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso inicia cuando el actor indica “Asociación de libros y descriptores”. 2. El sistema muestra los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Pestaña “Agregar”: <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1. Botón buscar para el “Libro seleccionado”. 2.1.2. Campos de texto Clasificación y Título. 2.1.3. Lista de descriptores. 2.1.4. Lista vacía de descriptores relacionados con el libro. 2.1.5. Botón “Registrar”. 2.2. Pestaña “Realizar carga”: <ol style="list-style-type: none"> 2.2.1. Botón “Descargar formato”. 2.2.2. Botón “Seleccionar Excel”. 2.2.3. Botón “Cargar archivo” (deshabilitado). 2.3. Pestaña “Lista de libros”: <ol style="list-style-type: none"> 2.3.1. Tabla de libros con los siguientes campos: clasificación y título. 2.3.2. Botón para “Ver descriptores relacionados”. 3. El actor selecciona la pestaña “Agregar” e indica “Buscar” de la etiqueta “Libro seleccionado”. 4. El sistema muestra una ventana “Libros” con los siguientes campos: clasificación, título, año y autor. 5. El actor selecciona el libro correspondiente. 6. El sistema autocompleta los campos de “Clasificación” y “Título” con los datos del libro seleccionado. 7. El usuario selecciona los descriptores correspondientes y los mueve a la lista “Relacionados con el libro”. 8. El usuario indica “Registrar”. 9. El sistema muestra el mensaje “Se registraron los cambios”. 10. El caso de uso termina.

Tabla 4.10 Especificación de CUS: Registrar asociación entre libros y descriptores [Fuente propia]

4.5.1.3 Registrar asociación entre descriptores

Identificador	CUS08
Actor(es)	Administrador
Precondiciones	El sistema debe tener registrado los descriptores a relacionar.
Post-condiciones	El sistema registró la relación entre los descriptores.

Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso inicia cuando el actor indica “Mantenimiento de descriptores”. 2. El sistema muestra los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Campo “Nombre de descriptor”. 2.2. Botón “Crear nuevo”. 2.3. Botón “Buscar” para el descriptor. 2.4. Campo “Descriptor pre-requisito del seleccionado”. 2.5. Botón “Buscar” para el descriptor prerequisite. 2.6. Botón “Registrar”. 2.7. Botón “Descargar descriptores”. 2.8. Tabla de descriptores con los siguientes campos: <ol style="list-style-type: none"> 2.8.1.Nombre de descriptor. 2.8.2.Opciones: <ol style="list-style-type: none"> 2.8.2.1. Modificar. 2.8.2.2. Eliminar. 2.8.2.3. Sucesores. 3. El actor indica “Crear nuevo”. 4. El sistema muestra una ventana “Agregar descriptor”. 5. El actor ingresa el nombre del nuevo descriptor e indica “Aceptar”. 6. El sistema autocompleta el campo “Nombre de Descriptor”. 7. El actor indica “Buscar” del campo “Descriptor pre-requisito del seleccionado”. 8. El sistema muestra una ventana “Descriptores”. 9. El actor selecciona el descriptor correspondiente. 10. El sistema autocompleta el campo “Descriptor pre-requisito del seleccionado”. 11. El actor indica “Registrar”. 12. El sistema muestra el siguiente mensaje “Se registró el descriptor”. 13. El caso de uso termina.
Flujo alternativo	
1. Relacionar dos descriptores existentes	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el paso 3 del flujo básico, el usuario indica “Buscar” del campo “Nombre de descriptor”. 2. El sistema muestra la ventana “Descriptores” con la lista de descriptores. 3. El usuario seleccione el descriptor correspondiente. 4. El flujo continúa en el paso 6 del flujo básico.

Tabla 4.11 Especificación de CUS: Registrar asociación entre descriptores [Fuente propia]

4.5.1.4 Recomendar libros

Identificador	CUS09
Actor(es)	Usuario principal
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El actor debe estar registrado en el sistema • El sistema debe tener registrado por lo menos un libro relacionado a los diferentes cursos. • El sistema debe tener registrado por lo menos un libro relacionado a los diferentes descriptores.
Post-condiciones	El sistema registró el pedido del libro recomendado.

Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso inicia cuando el actor indica Recomendación, luego Libros. 2. El sistema muestra los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Combo box para seleccionar el tipo de recomendación: <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1. Por curso. 2.1.2. Por campo de estudio. 2.2. Botón “Siguiente”. 2.3. Tabla de libros recomendados. 3. El usuario selecciona “Por campos de estudio” e indica “Siguiente”. 4. El sistema muestra una tabla con los campos de estudio (descriptores) registrados. 5. El usuario selecciona los campos de estudio que conozca o que desea aprender e indica “Recomendar”. 6. El sistema muestra una ventana que con los campos de estudio seleccionados. 7. El usuario indica “Sí”. 8. El sistema muestra los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 8.1. Tabla de los libros recomendados con los siguientes campos: <ol style="list-style-type: none"> 8.1.1. Radio button para seleccionar el libro. 8.1.2. Clasificación. 8.1.3. Título. 8.1.4. Año. 8.1.5. Autor. 8.1.6. Clasificación total. 8.1.7. Opciones: <ol style="list-style-type: none"> 8.1.7.1. Ver estadísticas de calificación. 8.1.7.2. Ver comentarios. 8.2. Botón “Solicitar”. 8.3. Botón “Comparar calificaciones”. 8.4. Botón “Ver Nro. de pedidos”. 8.5. Botón “Salir.” 9. El usuario selecciona el libro de su preferencia e indica “Solicitar”. 10. El sistema muestra una ventana de confirmación. 11. El usuario indica “Sí”. 12. El sistema muestra el siguiente mensaje “Se registró su pedido exitosamente. Espere que el (la) administrador(a) del sistema atienda su pedido.” 13. El caso de uso termina.
Flujo alternativa	
1. Recomendación por curso	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el paso 3 del flujo básico, el actor selecciona “Por Curso” e indica “Siguiente”. 2. El sistema muestra una tabla de cursos registrados con los siguientes campos: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Tabla de cursos: <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1. Radio button “Selecione”. 2.1.2. Nombre de curso. 2.2. Botón “Recomendar”. 2.3. Botón “Ver temas”. 2.4. Botón “Regresar”. 3. El actor selecciona un curso e indica “Recomendar”. 4. El flujo continúa en el paso 8 del flujo básico.

2. Solicitar libro recomendado al inicio	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el paso 3 del flujo básico, el actor selecciona el libro de la Tabla de libros recomendados, indicando “Solicitar”. 2. El flujo continúa en el paso 10 del flujo básico.
3. Recomendación por temas del curso	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el paso 3 del flujo alternativo 1, el actor indica “Ver temas”. 2. El sistema muestra los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Tabla de campos de estudio: <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1. Radio button “Seleccione”. 2.1.2. Campo de estudio. 2.2. Botón “Recomendar”. 2.3. Botón “Salir”. 3. El actor selecciona los campos de estudio que conoce o que desea aprender. 4. El flujo continúa en el paso 3 del flujo alternativo 1.
4. Consultar calificaciones de libros recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el paso 9 del flujo básico, el actor indica “Ver estadísticas del libro”. 2. El sistema muestra la ventana “Estadísticas de calificación del libro” con un gráfico de barras de las siguientes calificaciones del libro: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Teoría. 2.2. Práctica. 2.3. Entendible. 2.4. Actualizado. 2.5. Comentario. 3. El actor cierra la ventana “Estadísticas de calificación del libro”. 4. El flujo continúa en el paso 9 del flujo básico.
5. Consultar comentarios de los libros recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el paso 9 del flujo básico, el actor indica “Ver comentarios”. 2. El sistema muestra a ventana “Comentarios” con los siguientes campos: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Usuario. 2.2. Comentario. 2.3. Fecha del comentario. 3. El actor cierra la ventana “Comentarios”. 4. El flujo básico continúa en el paso 9 del flujo básico.

6. Comparar calificaciones de libros recomendados	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el paso 9 del flujo básico, el actor indica “Comparar calificaciones”. 2. El sistema muestra la ventana “Campos a comparar” con los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Combo box del campo a comparar: <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1.Actualizado. 2.1.2.Entendible. 2.1.3.Teoría. 2.1.4.Práctica. 2.1.5.Comentarios. 2.2. Lista con los libros recomendados. 2.3. Botón “Comparar”. 3. El actor seleccione el campo por el cual desea comparar y selecciona los libros que desea comparar e indica “Comparar”. 4. El sistema muestra la ventana “Comparativa de calificaciones” con gráfico de barras comparando la calificación de los libros seleccionados. 5. El actor cierra las ventanas “Comparativa de calificaciones” y “Campos a comparar”. 6. El flujo continúa en el paso 9 del flujo básico.
7. Comparar número de pedidos de los usuarios.	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el paso 9 del flujo básico, el actor indica “Ver Nro. de pedidos”. 2. El sistema muestra la ventana para seleccionar los libros a comparar con los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Lista de libros recomendados. 2.2. Botón “Comparar”. 2.3. Botón “Cerrar”. 3. El actor selecciona los libros correspondientes e indica “Comparar”. 4. El sistema muestra la ventana “N° de pedidos” con el gráfico de barras que compara los libros recomendados. 5. El actor cierra las ventanas “N° de pedidos” y la ventana donde se selecciona los libros a comparar. 6. El flujo continúa en el paso 9 del flujo básico.

Tabla 4.12 Especificación de CUS: Recomendar libros [Fuente propia]

4.5.1.5 Consultar pedidos

Identificador	CUS10
Actor(es)	Administrador
Precondiciones	El sistema debe tener registrado por lo menos un pedido.
Post-condiciones	El sistema mostró los detalles de los pedidos.

Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso inicia cuando el actor indica “Consultas”, luego “Pedidos”. 2. El sistema muestra una tabla con los siguientes campos: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Clasificación. 2.2. Libro. 2.3. Código de usuario. 2.4. Usuario. 2.5. Fecha de pedido. 2.6. Fecha devuelto. 2.7. Estado. 2.8. Opciones: <ol style="list-style-type: none"> 2.8.1. Aceptar pedido. 2.8.2. Rechazar pedido. 3. El caso de uso termina.
---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 4.13 Especificación de CUS: Consultar pedidos [Fuente propia]

4.5.1.6 Aceptar pedido

Identificador	CUS11
Actor(es)	Administrador.
Precondiciones	El sistema debe tener registrado por lo menos un pedido.
Post-condiciones	El sistema registró el pedido como aceptado.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema invoca al caso de uso CUS10 – Consulta pedidos. 2. El actor indica “Aceptar pedido” de un pedido que tenga estado PENDIENTE. 3. El sistema muestra una ventana de confirmación. 4. El actor indica “Sí”. 5. El sistema muestra el siguiente mensaje “Se procesó el pedido exitosamente”. 6. El sistema actualiza el estado del pedido a ACEPTADO. 7. El caso de uso termina.

Tabla 4.14 Especificación de CUS: Aceptar pedidos [Fuente propia]

4.5.1.7 Rechazar pedido

Identificador	CUS12
Actor(es)	Administrador.
Precondiciones	El sistema debe tener registrado por lo menos un pedido.
Post-condiciones	El sistema registró el pedido como rechazado.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El sistema invoca al caso de uso CUS10 – Consulta pedidos. 2. El actor indica “Rechazar pedido” de un pedido que tenga estado PENDIENTE. 3. El sistema muestra una ventana de confirmación. 4. El actor indica “Sí”. 5. El sistema muestra el siguiente mensaje “El pedido fue rechazado”. 6. El sistema elimina el pedido de la tabla de pedidos. 7. El caso de uso termina.

Tabla 4.15 Especificación de CUS: Rechazar pedidos [Fuente propia]

4.5.1.8 Registrar devolución de pedido

Identificador	CUS13
Actor(es)	Administrador
Precondiciones	El sistema debe tener registrado por lo menos un pedido con estado ACEPTADO.
Post-condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema registró el pedido como devuelto. • El sistema registra las calificaciones y el comentario que se da del libro.
Flujo Básico	<ol style="list-style-type: none"> 1. El caso de uso inicia cuando el actor indica “Devolución”, luego “Libros”. 2. El sistema muestra los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Campo para ingresar el código del usuario. 2.2. Botón “Buscar”. 3. El actor ingresa el código del usuario que ha solicitado el libro e indica “Buscar”. 4. El sistema muestra los siguientes componentes: <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Panel “Libro seleccionado”: <ol style="list-style-type: none"> 4.1.1. Clasificación. 4.1.2. Título. 4.1.3. Año. 4.1.4. Autor. 4.1.5. Editorial. 4.2. Panel “Indicaciones”. 4.3. Panel “Preguntas”. 4.4. Panel “Comentario”: <ol style="list-style-type: none"> 4.4.1. Área de texto para el comentario. 4.5. Botón “Devolver”. 5. El actor ingresa los puntajes y el comentario que el usuario le ha proporcionado e indica “Devolver”. 6. El sistema muestra el siguiente mensaje “Se realizó la devolución exitosamente”. 7. El caso de uso termina.

Tabla 4.16 Especificación de CUS: Registrar devolución de pedido [Fuente propia]

4.5.2 Diagrama de componentes del sistema propuesto

La Figura 4.17 muestra el diagrama de componentes del sistema propuesto. El sistema está conformado por dos WARs:

- BIBLIOS.war.
- biblios-ws.war.

El primer nodo contiene las vistas y controladores para la recomendación de libros, consulta y atención de pedidos y la calificación de libros por medio de la devolución del pedido.

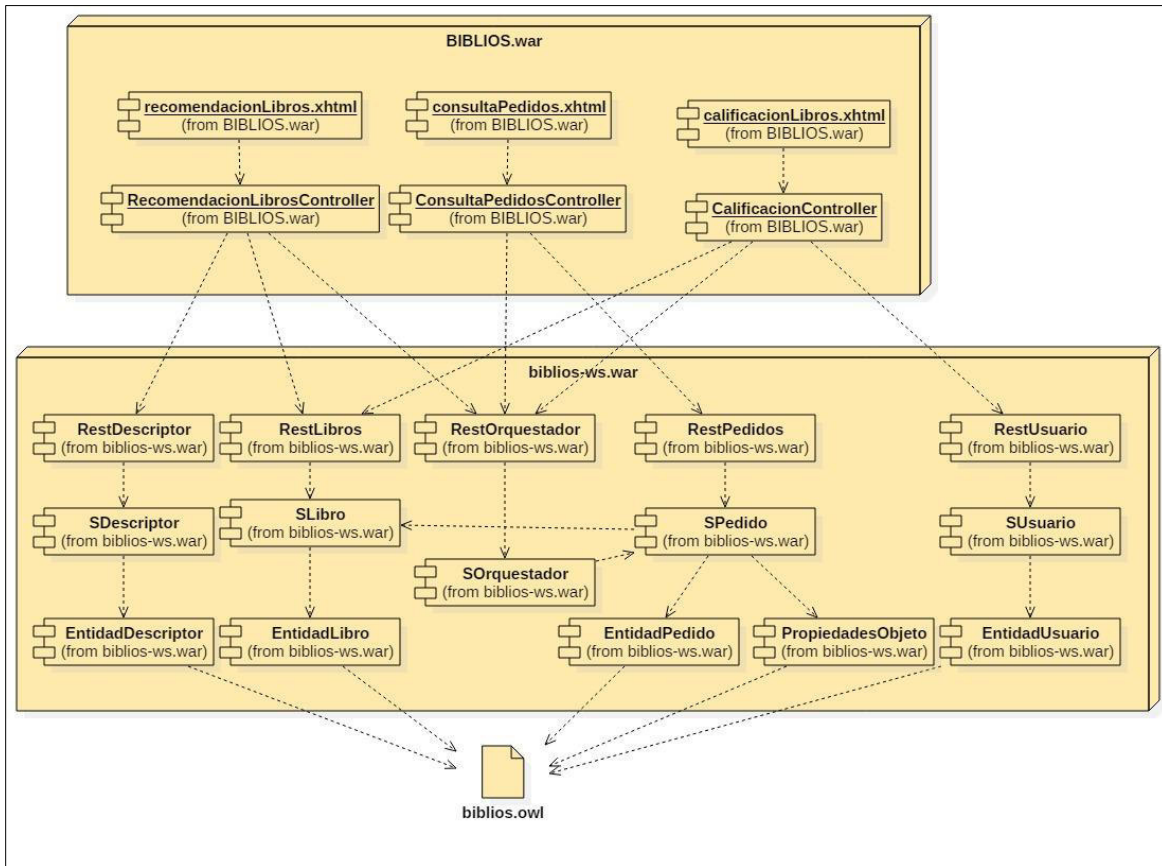


Figura 4.17 Diagrama de componentes del sistema propuesto [Fuente propia]

Cada controlador se comunica con los servicios web del segundo nodo:

4.5.2.1 RestDescriptor

El componente se encarga de realizar la consulta de los descriptores por medio de las clases relacionadas.

4.5.2.2 RestLibros

El componente se encarga de la modificación de los datos principales de los libros.

4.5.2.3 RestPedidos

El componente se encarga de registrar, consultar y modificar los pedidos de los libros.

4.5.2.4 RestUsuario

El componente se encarga de registrar, y consultar los usuarios del sistema.

4.5.2.5 RestOrquestador

El componente se encargar de encolar los procesos de solicitud de libros, aceptación y rechazo de pedidos y devolución de libros. Invoca al servicio SOrquestador que se encarga de realizar los procesos mencionados a partir del servicio SPedido.

Todos los servicios realizan la modificación en el archivo biblios.owl.

4.5.3 Diagrama de despliegue del sistema propuesto

La Figura 4.18 muestra el diagrama de despliegue del sistema propuesto. El sistema propuesto está conformado por dos artefactos, BIBLIOS.war y biblios-ws.war que están desplegados en una PC de la biblioteca. Por medio de la red local dos de las PC de biblioteca pueden acceder al sistema. Además el sistema propuesto se comunica con los servicios de Meaning Cloud para el análisis de sentimiento de los comentarios que los usuarios dan a los libros y asignarle un puntaje.

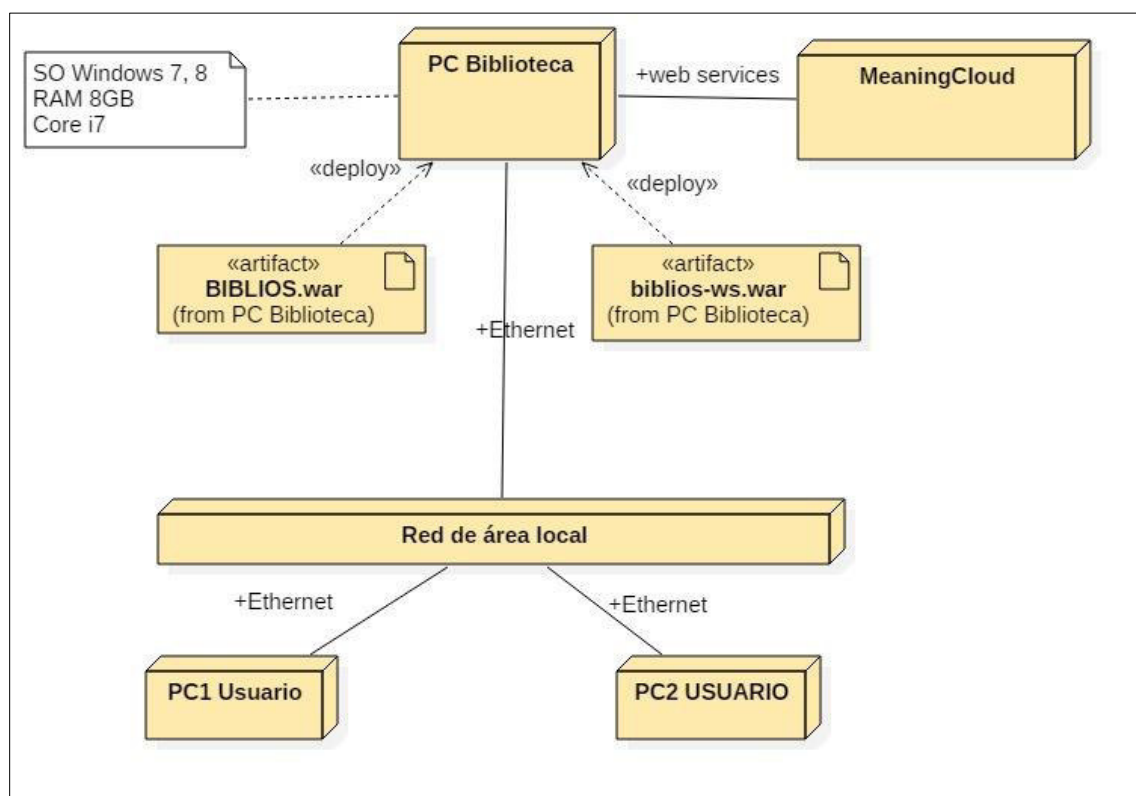


Figura 4.18 Diagrama de despliegue del sistema propuesto [Fuente propia]

4.5.4 Diseño del OWL

4.5.4.1 Herramienta para consultar el OWL

Como se indica en [W3C, 2008], señalado en [D. HUAMÁN, +, 2018], si los datos se encuentran almacenados de forma nativa como RDF o vistas RDF, entonces SPARQL

(SPARQL Protocol and RDF Query Language) se puede utilizar para consultar diversas de fuentes de datos. Según se indica en [D. HUAMÁN, +, 2018] y [D. NARVAEZ, 2010], la W3C publicó el Web Ontology Language (OWL), que es una familia que extiende la funcionalidad de RDF, y fue aceptada como recomendación de la W3C el 20 de Febrero de 2004. Por lo tanto, se utilizará SPARQL para las consultas del OWL del presente trabajo de investigación.

4.5.4.2 Instancias del OWL

Como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018] para crear las instancias del OWL se realizará por medio del registro individual en el sistema, y mediante la carga de un archivo en formato Excel 97-2003 (.xls).

4.5.4.3 Relaciones entre descriptores

Como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018] los descriptores o tesauros están contenido en los libros, y el contenido de éste se refleja en su índice. Los temas y conceptos del índice están ordenados respecto a una secuencia de aprendizaje. En la Figura 4.19 se muestra una parte del índice de un libro, el tema “Límite de funciones” se trata antes del tema “Derivada de funciones” porque se debe conocer el primer tema para estar en capacidad de entender el segundo.

Índice	
1. Límites de funciones.....	2
2. Derivadas de funciones.....	3

Figura 4.19 Ejemplo de índice de libro [D. HUAMÁN, +, 2018]

Como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018] la relación *preRequisitoDe* de la Figura 4.16 se refleja en la Figura 4.20 entre los descriptores **LIMITE_DE_FUNCIONES** (Límite de funciones) y **DERIVADA_DE_FUNCIONES** (Derivada de funciones), el primer descriptor es prerequisite del segundo, además por cada descriptor puede existir más de un prerequisite y viceversa.

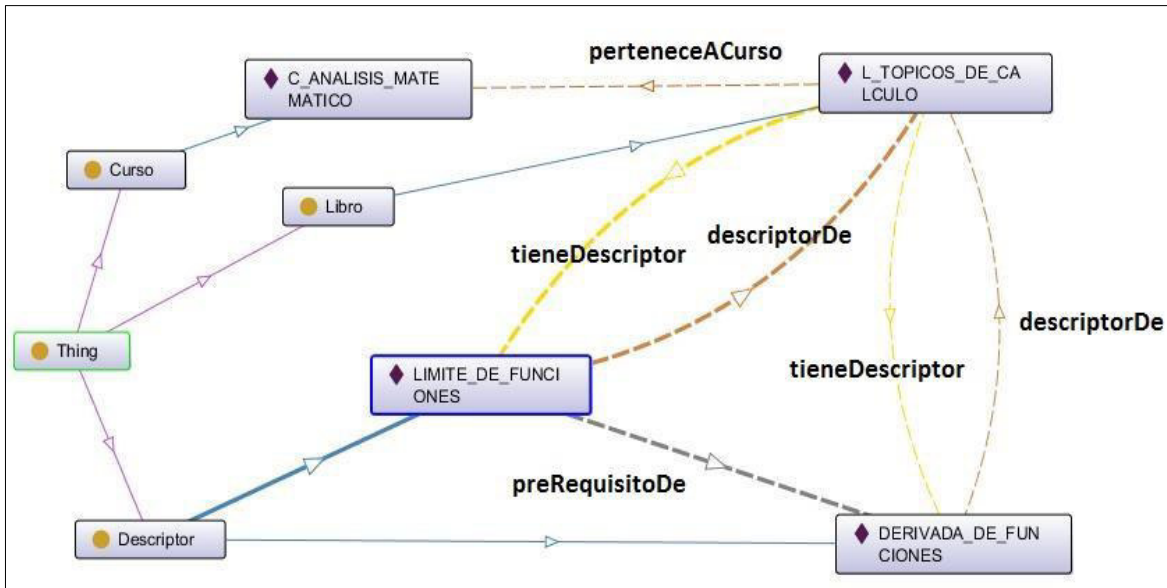


Figura 4.20 Representación gráfica de relación entre libro, descriptores y cursos en el modelo ontológico propuesto [D. HUAMÁN, +, 2018]

Como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018] si el descriptor pertenece a más de un campo de estudio, por ejemplo, **Límites** pertenece al campo de la matemática y la geografía, el sistema propuesto no permitirá que se registre más de una vez al mismo descriptor, entonces para solucionar ello, el nombre del descriptor debe ser único, es decir, para el campo de la matemática el descriptor deberá llamarse “**Límite de funciones**” y para el campo de la geografía, “**Límite geográfico**”.

Como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018], en el proceso de recomendación el sistema obtendrá un descriptor sucesor por cada uno que seleccione el usuario, por ejemplo, si el usuario selecciona durante el proceso **LIMITE_DE_FUNCIONES**, entonces el sistema asociará el descriptor **DERIVADA_DE_FUNCIONES** y generará la recomendación tomando en cuenta los dos descriptores, así el usuario aprenderá más conceptos de lo que él requiere.

Además como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018] el descriptor **LIMITE_DE_FUNCIONES** puede ser el prerequisite de otro descriptor, de igual manera el descriptor **DERIVADA_DE_FUNCIONES**, es decir cabe la posibilidad de que existan más de una relación **preRequisitoDe**.

4.5.4.4 Relación entre libros, descriptores y cursos

Como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018], el libro **L_TOPICOS_DE_CALCULO** (Tópicos de Cálculo), que se muestra en la Figura 4.20, tiene dos descriptores: **LIMITE_DE_FUNCIONES** y **DERIVADA_DE_FUNCIONES**, de esta manera el sistema propuesto recomendará libros que se relacionen con estos descriptores seleccionados por el usuario, así el libro recomendado siempre cumplirá los requerimientos del usuario.

Tal como indiqué en [D. HUAMÁN, +, 2018], para recomendar un libro por medio del curso, existe una relación *perteneceACurso*, por ejemplo la Figura 4.20 muestra la relación entre el libro *L_TOPICOS_DE_CALCULO* y el curso *C_ANALISIS_MATEMATICO*.

Capítulo V: Aporte Práctico

5.1 Modelo de sentimiento creado en Meaning Cloud

Para la calificación del comentario se creó el modelo de sentimiento en la herramienta Meaning Cloud que se ilustra en la Figura 5.1. Se ha seleccionado algunas palabras que podrían ser utilizadas dentro de los comentarios de los usuarios y se asignó una polaridad, como se muestra en la Tabla 5.1. Algunas palabras son de tipo modificador (MODIFIER), que aumenta o disminuye la polaridad de otra palabra, además existen otras palabras de tipo negador (NEGATOR), que invierte la polaridad de otra palabra.

Polaridad	Descripción
N+	Fuerte negativo.
N	Negativo.
N-	Negativa débil.
NONE	Sin valor.
P-	Positivo débil.
P	Positivo.
P+	Fuerte positivo.

Tabla 5.1 Niveles de polaridad del servicio Meaning Cloud [Elaborado con datos de www.meaningcloud.com]





































Entries				
Show 100 entries				
Actions	ID	Form/Lemma	Type	Value
 	5bfe15a9e49fe	actualizado	POLARITY	P
 	5bfe15182f31a	bueno	POLARITY	P
 	5bfe1a0066be5	debe	POLARITY	N-
 	5bfe102d40fd2	deficiente	POLARITY	N+
 	5bfe12acd70d9	desactualizado	POLARITY	N
 	5c0c9da7bf299	entendible	POLARITY	P
 	5bfe102d3c552	excelente	POLARITY	P+
 	5bfe1903668dd	gusta	POLARITY	P
 	5bfe12d6173ee	interesante	POLARITY	P
 	5bfe102d3f91a	maio	POLARITY	N
 	5bfe102d4395c	muy	MODIFIER	+
 	5bfe11c47814a	no	NEGATOR	
 	5bfe15553fa06	práctico	POLARITY	P
 	5bfe117f3c45d	pésimo	POLARITY	N
 	5bfe138d4f064	redundante	POLARITY	N
 	5bfe11592099c	regular	POLARITY	P-
 	5bfe183214560	tedioso	POLARITY	N
 	5bfe14c0612e2	teórico	POLARITY	P
(18 entries) (18 total)				

Figura 5.1 Modelo de sentimiento creado en Meaning Cloud [Fuente propia]

El servicio de Meaning Cloud proporciona una polaridad como respuesta (ver Tabla 5.2).

Polaridad	Descripción
P+	Fuerte positivo.
P	Positivo.
NEU	Neutral
N	Negativo.
N+	Fuerte negativo.
NONE	Sin sentimiento.

Tabla 5.2 Valores de polaridad de comentario retornado por el servicio de Meaning Cloud
[Elaborado con datos de www.meaningcloud.com]

El sistema propuesto asigna una calificación de acuerdo a la polaridad del comentario (ver Tabla 5.3).

Polaridad	Calificación asignada
P+	10
P	8
NEU	6
N	4
N+	2
NONE	0

Tabla 5.3 Calificación asignada por polaridad [Fuente propia]

5.2 Implementación de la solución

A continuación se explicará el sistema propuesto por medio de capturas de pantalla de los principales casos de uso que se detallaron en la sección 4.5.1.

5.2.1 Recursos involucrados en la implementación de la solución

El sistema propuesto utilizará las siguientes tecnologías:

- Framework Jena: Para la comunicación de Java con el OWL.
- Framework Hibernate: Manejo de base de datos para el registro de usuarios y menús del sistema y permisos de usuarios.
- Java 8: Lenguaje de programación para el desarrollo del sistema propuesto.
- MySQL: Gestor de base de datos.
- Java Server Faces (JSF): Framework de aplicaciones web destinado a la simplificación del desarrollo e integración interfaces web de usuario. Fue utilizado para la integración de la interfaz de usuario con la lógica del controlador del front.
- Tomcat 8: Servidor de aplicaciones.
- Protégé: Editor y framework libre para ontologías.
- Sparql: Lenguaje de consulta de archivos RDF y OWL.

- PrimeFaces: Framework de componentes de interfaces gráficas de usuario para JSF. Se utilizó para la implementación de los diferentes componentes de la interfaz de usuario del sistema propuesto.
- Meaning Cloud: Plataforma que ofrece un conjunto de APIs para extraer el contenido del de todo tipo de contenido no estructurado. En la solución propuesta se utiliza el servicio de análisis de sentimiento para los comentarios de los libros.
- Computador Intel Core i7.
- Sistema operativo Windows 7 y 8.



Figura 5.2 Recursos involucrados en la implementación de la solución [Fuente propia]

5.2.2 Vistas del Sistema

5.2.2.1 Registro de asociación entre libros y cursos

La Figura 5.3 muestra la pantalla donde se registra la relación entre los libros y cursos uno por uno. La Figura 5.4 muestra el registro de la asociación entre libros y cursos por medio de un archivo Excel que tiene un formato predefinido. Además se puede consultar y eliminar la relaciones que existen entre los libros y cursos por medio de la pantalla que se muestra en la Figura 5.5.

Bienvenido: MIRIAN BRIEDA SUSAN PAGAN Rol: Administrador

Devolución Mantenimiento Asociación Consultas Opciones de cuenta

Asociación de Libros y Cursos

Agregar Realizar carga Lista de libros y cursos

Datos de Libro Seleccionado

Libro Seleccionado

Clasificación

Título

Datos del Curso Relacionado

Curso Seleccionado

Código

Título

Guardar cambios

Figura 5.3 Pantalla de registro de asociación entre libros y cursos [Fuente propia]

Bienvenido: MIRIAN BRIEDA SUSAN PAGAN Rol: Administrador

Devolución Mantenimiento Asociación Consultas Opciones de cuenta

Asociación de Libros y Cursos

Agregar Realizar carga Lista de libros y cursos

Descargar Formato

Seleccione su archivo:

+ Seleccionar Excel

Cargar Archivo

Figura 5.4 Pantalla para registrar asociación entre libros y cursos por medio de archivo Excel [Fuente propia]

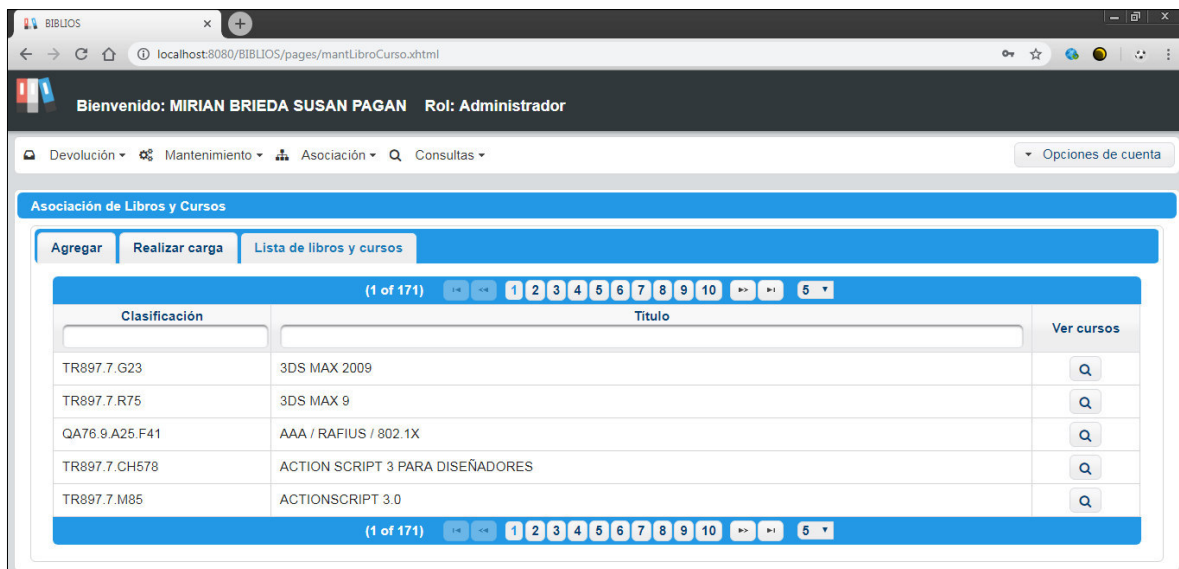


Figura 5.5 Pantalla para consultar los cursos relacionados a los libros [Fuente propia]

5.2.2.2 Registro de asociación entre libros y descriptores

La Figura 5.6 muestra la pantalla para el registro de la asociación entre libros y descriptores y la Figura 5.7 muestra la pantalla para registrar la asociación entre libros y descriptores por medio de un archivo Excel con un formato predefinido. Además en la Figura 5.8 se muestra la pantalla para consultar y eliminar la relación entre libros y descriptores.

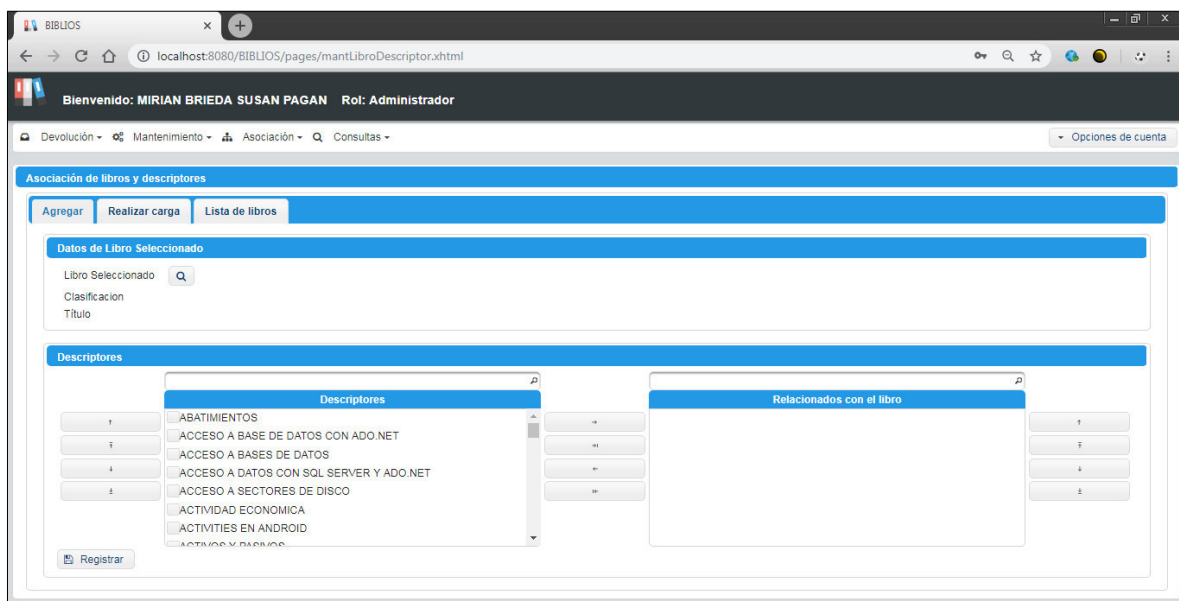


Figura 5.6 Pantalla de registro de asociación entre libros y descriptores [Fuente propia]

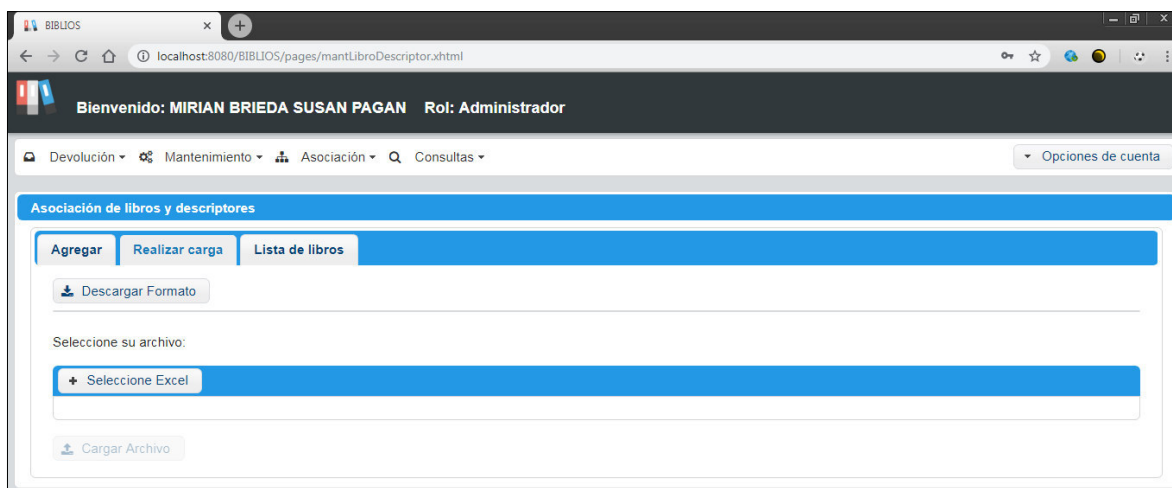


Figura 5.7 Pantalla para registrar asociación entre libros y descriptores por medio de archivo Excel [Fuente propia]

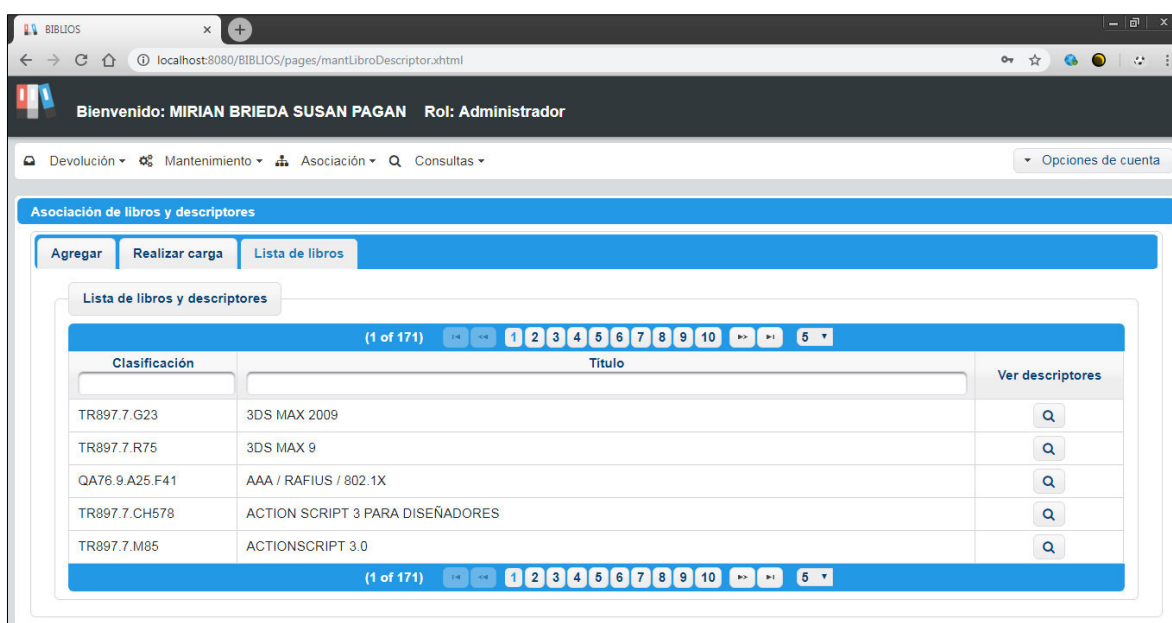


Figura 5.8 Pantalla para consultar y eliminar la relación entre libros y descriptores [Fuente propia]

5.2.2.3 Registro de asociación entre descriptores

La Figura 5.9 se muestra la pantalla para registrar, consultar y eliminar la asociación entre los descriptores. La asociación se realiza por medio de la especificación del punto 4.5.1.3, la consulta se realiza por medio del botón de la columna “Sucesores”, este botón muestra los descriptores relacionados y a partir de ahí se puede eliminar los descriptores relacionados.

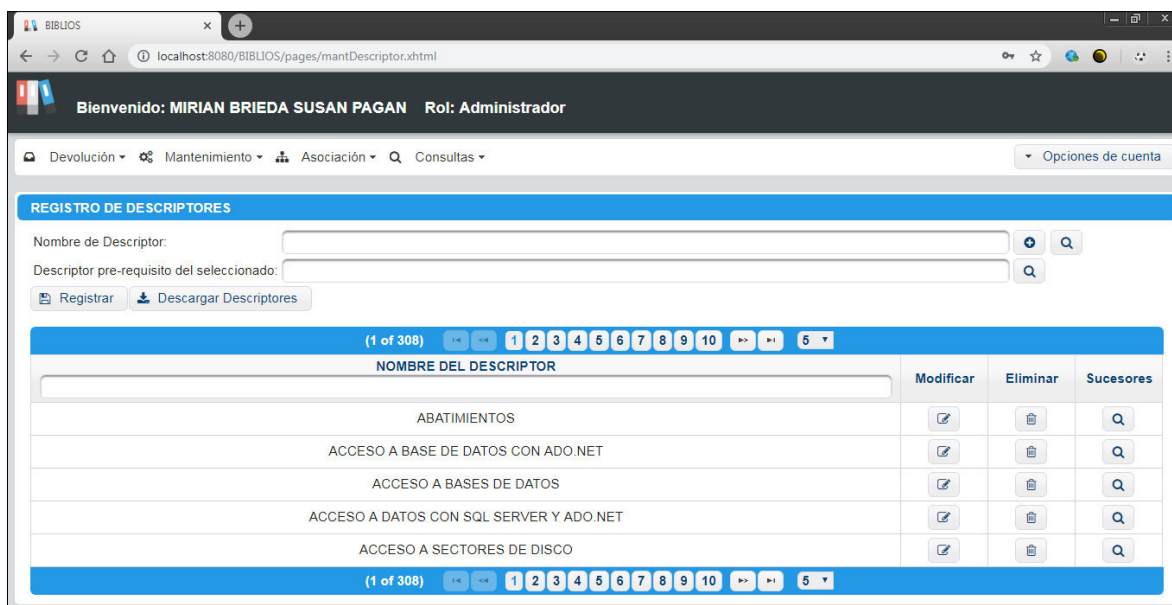


Figura 5.9 Pantalla de registro de asociación entre descriptores [Fuente propia]

5.2.2.4 Recomendación de libros

La Figura 5.10 muestra la pantalla inicial de la recomendación de libros. Si no es la primera vez que el usuario ingresa al sistema, se le mostrará algunos libros recomendados. Si el usuario selecciona “Por Campos de Estudio” se le muestra la pantalla de la Figura 5.11, si selecciona “Por Curso” se le mostrará la pantalla de la Figura 5.12. Una vez que el usuario seleccione los campos de estudio o los cursos, el sistema recomendará los libros correspondientes como se muestra en la Figura 5.13.

Al hacer clic en el botón “Ver estadísticas de calificación” se muestra un gráfico de barras (Figura 5.14) que muestra las calificaciones de los diferentes campos:

- Teoría.
- Práctica.
- Entendible.
- Actualizado.
- Comentario.

Al hacer clic en el botón “Ver comentarios” se muestra una ventana con los comentarios de los usuarios acerca del libro, tal como muestra la Figura 5.15.

Al dar clic en el botón “Comparar calificaciones” se muestra la ventana de la Figura 5.16 para seleccionar el campo por el que se compararán los libros que se seleccionen. Al indicar “Aceptar”, se muestra el gráfico de barras de la Figura 5.17.

Al dar clic en el botón “Ver Nro. de pedidos” se muestra la ventana de la Figura 5.18 para seleccionar los libros para comparar el número de pedidos de cada uno, y se mostrará el gráfico de barras de la Figura 5.19.

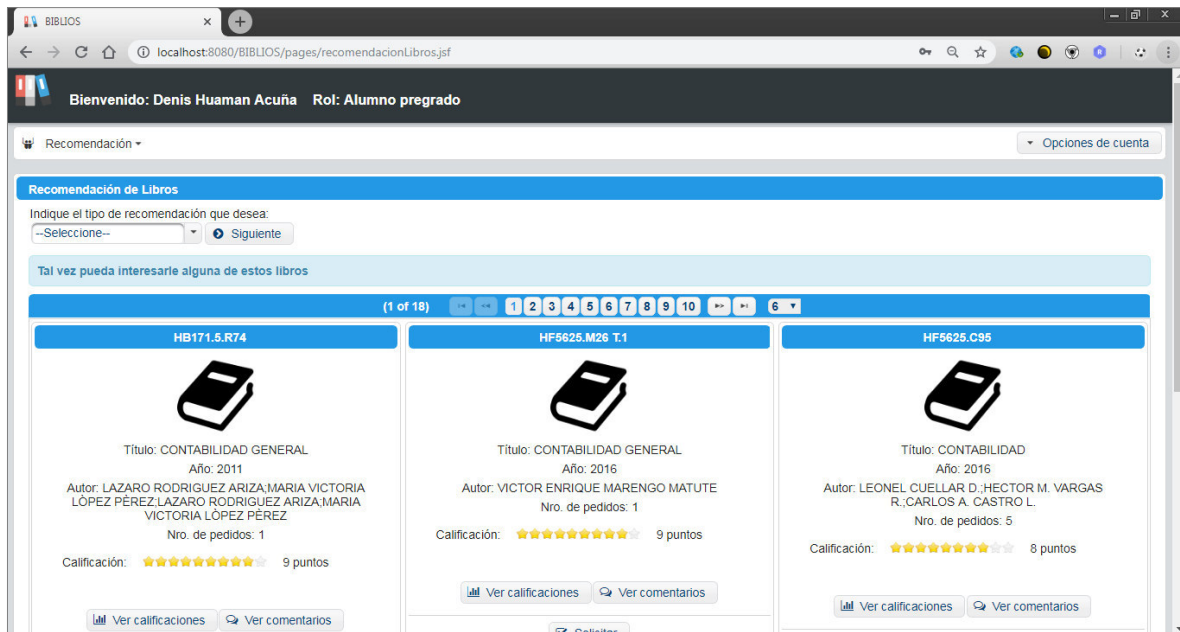


Figura 5.10 Pantalla inicial de la recomendación de libros [Fuente propia]

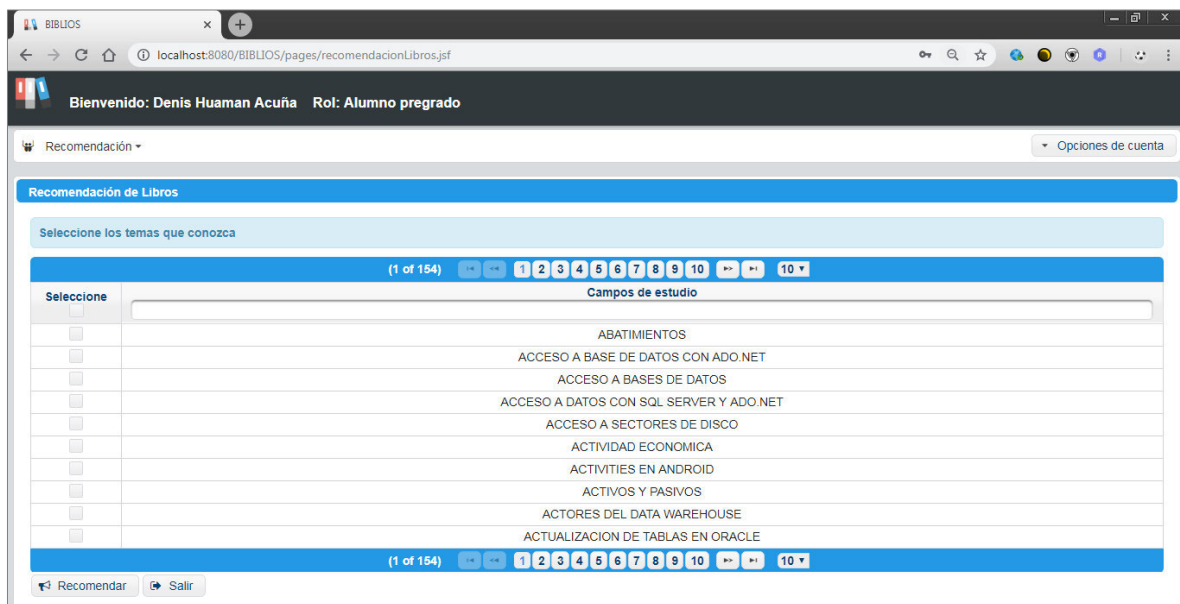


Figura 5.11 Pantalla de los campos de estudio disponibles [Fuente propia]

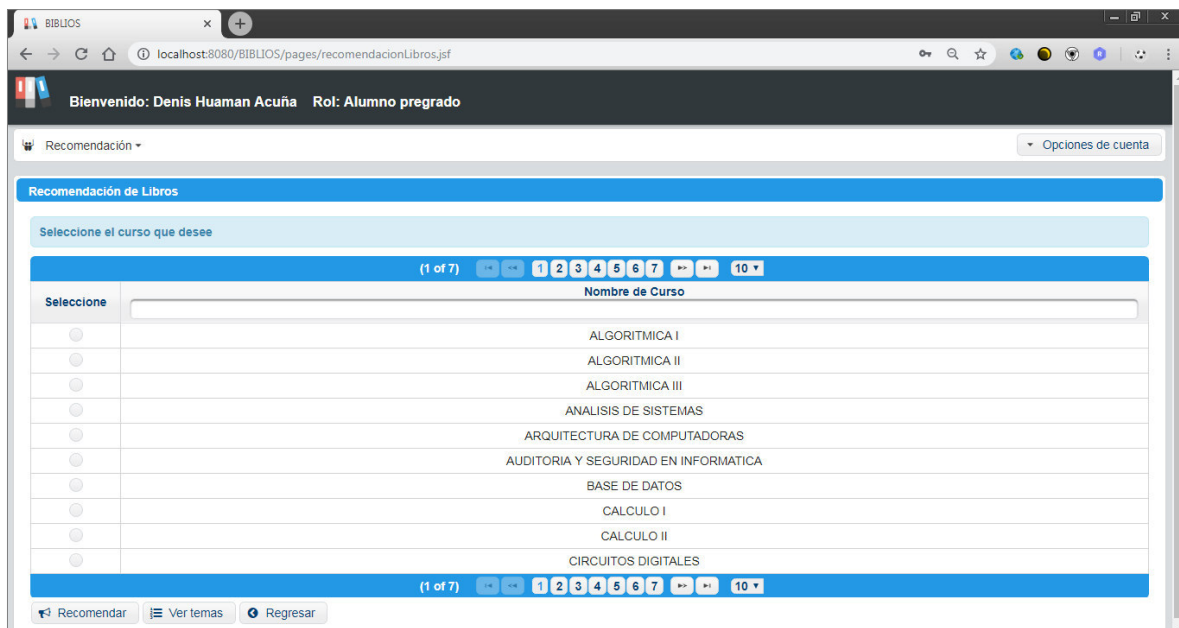


Figura 5.12 Pantalla de los cursos disponibles [Fuente propia]

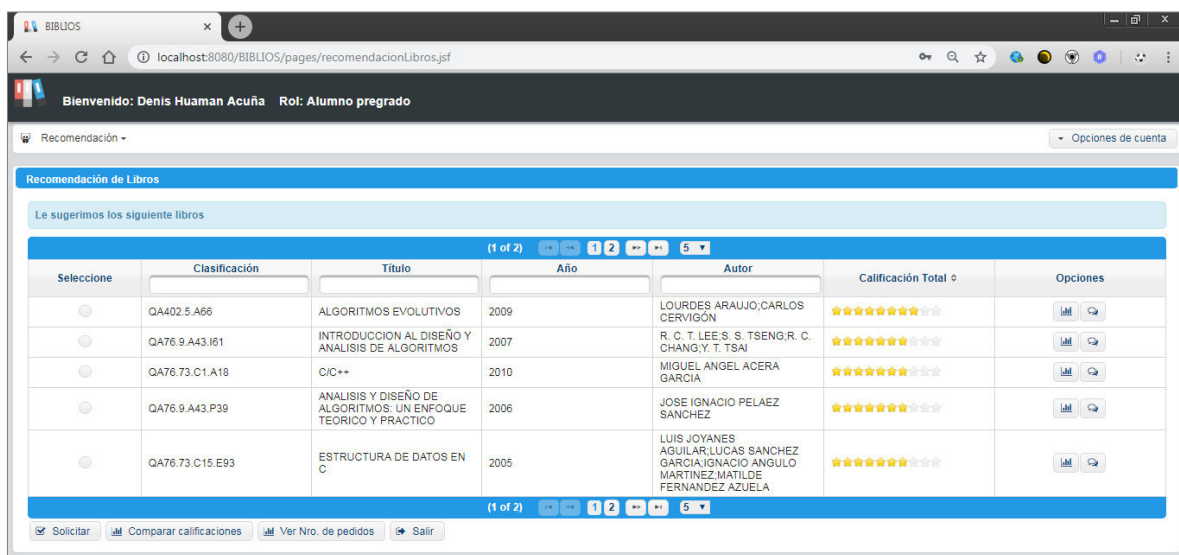


Figura 5.13 Pantalla de los libros recomendados por el sistema [Fuente propia]

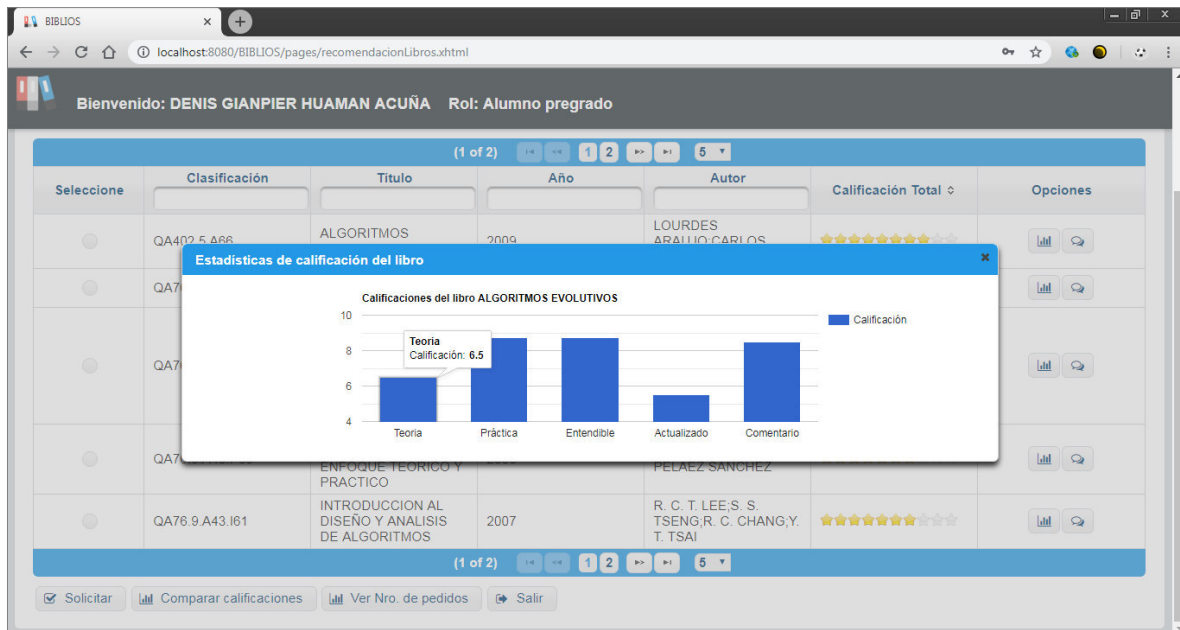


Figura 5.14 Pantalla de puntajes de calificación del libro recomendado [Fuente propia]

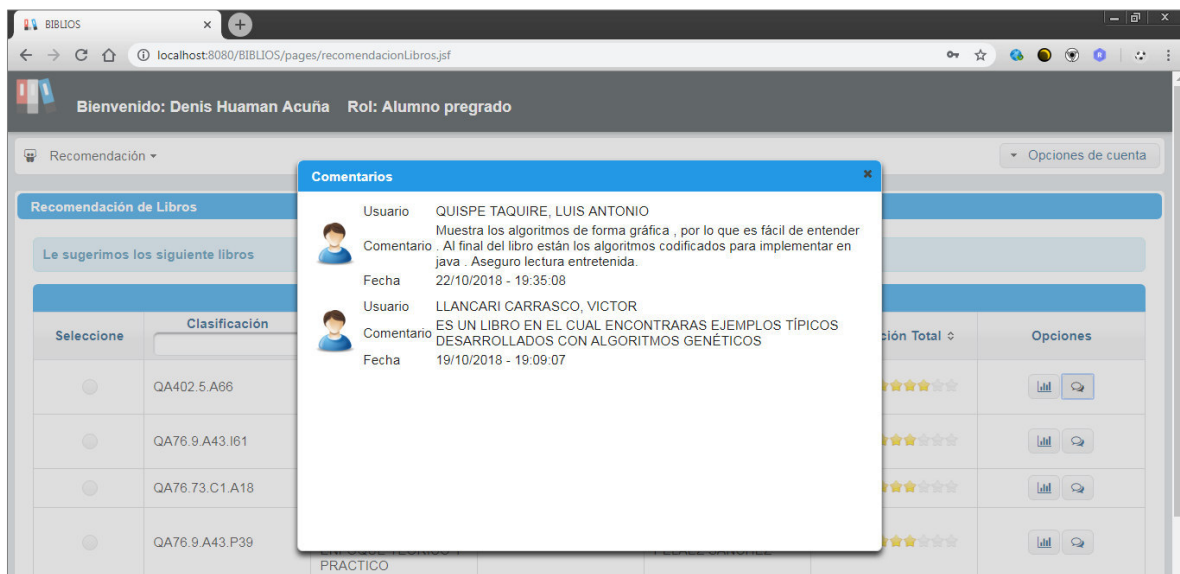


Figura 5.15 Pantalla de los comentarios del libro [Fuente propia]

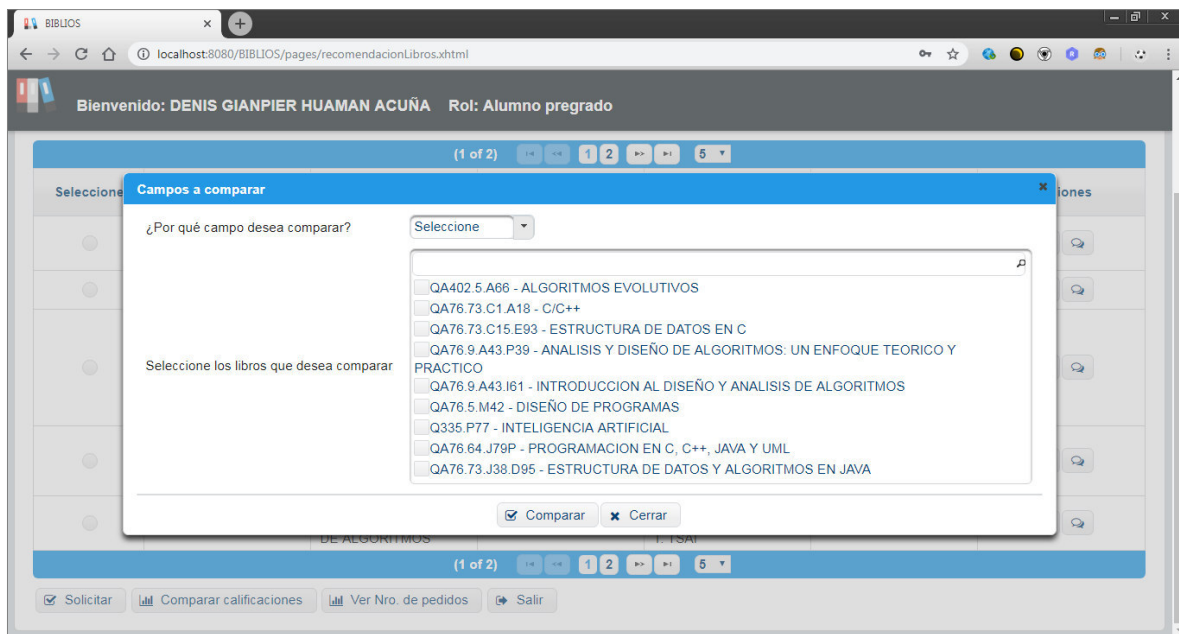


Figura 5.16 Pantalla para seleccionar el campo de calificación de los libros [Fuente propia]

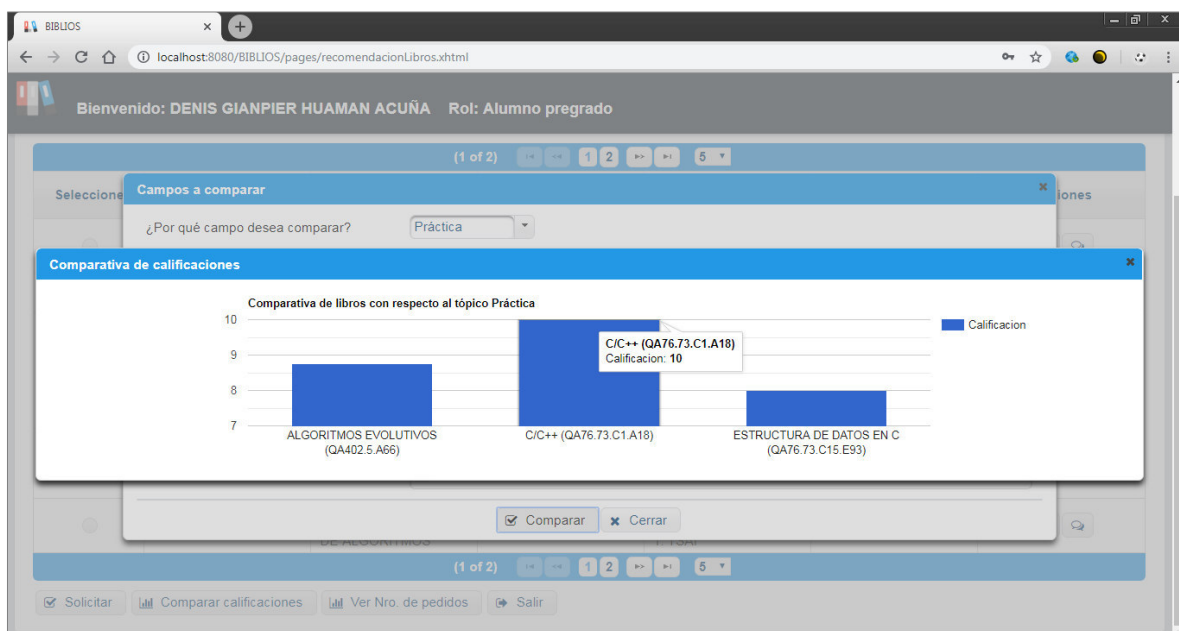


Figura 5.17 Pantalla del gráfico de barras que compara las calificaciones de nivel práctico de los libros [Fuente propia]

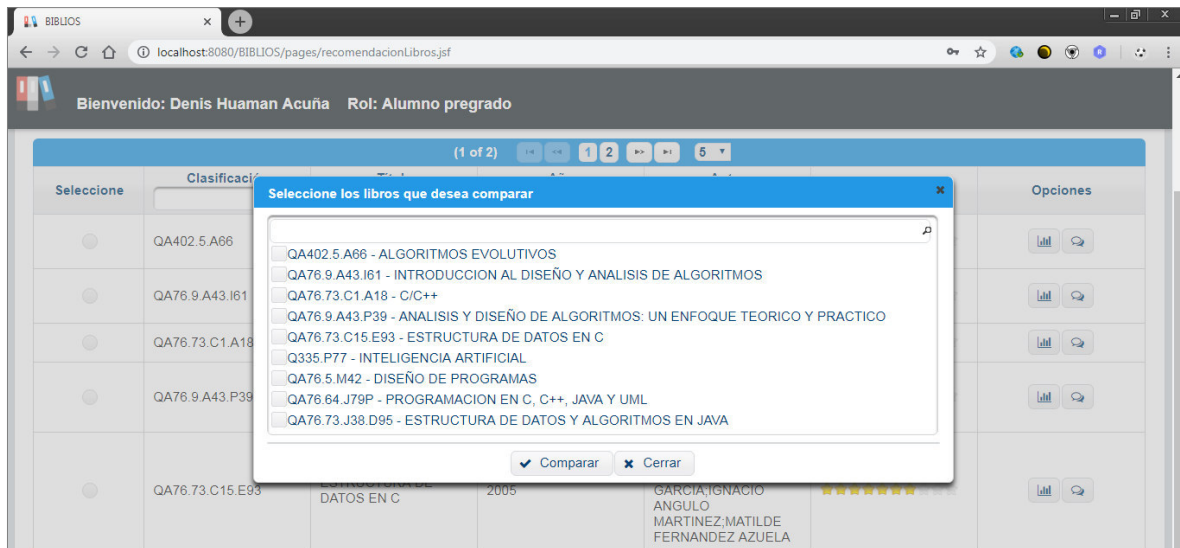


Figura 5.18 Pantalla para seleccionar los libros para comparar número de pedidos [Fuente propia]

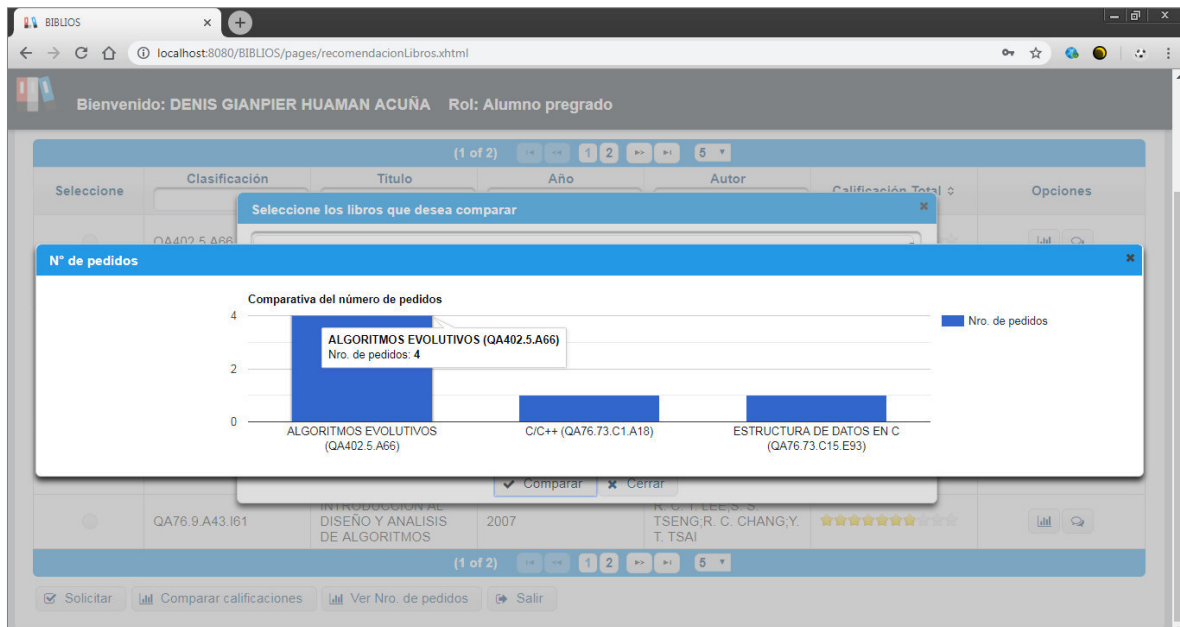


Figura 5.19 Pantalla del gráfico de barras que compara el número de pedidos de los libros [Fuente propia]

5.2.2.5 Consulta de pedidos

La Figura 5.20 muestra la pantalla para consultar, aceptar y rechazar los pedidos realizados. Para aceptar el pedido se da clic en "Aceptar pedido" y para rechazar el pedido se da clic en el botón "Rechazar pedido".

Clasificación	Libro	Código usuario	Usuario	Fecha de pedido	Fecha devuelto	Estado	Opciones
QA402.5.A66	ALGORITMOS EVOLUTIVOS	12200134	HUAMAN ACUÑA, DENIS	06/01/2019 - 20:21:10		PENDIENTE	
QA76.76.O63.S55	SISTEMAS OPERATIVOS	13200018	GALVEZ LOPEZ, RICHARD ADRIAN	30/12/2018 - 14:03:52	30/12/2018 - 14:06:23	DEVUELTO	
QA76.64.W95	PROGRAMACION EN JAVA	17200262	CANALES BORDA, GERSON GIOVANI	24/12/2018 - 15:42:23	24/12/2018 - 15:44:51	DEVUELTO	
QA76.9.D343.G45	DATA MINING	12200134	HUAMAN ACUÑA, DENIS	16/12/2018 - 10:57:21	16/12/2018 - 11:08:31	DEVUELTO	
QA76.73.J38.L54	ESTRUCTURAS DE DATOS CON JAVA	12200134	HUAMAN ACUÑA, DENIS	10/12/2018 - 23:55:25	11/12/2018 - 00:03:11	DEVUELTO	

Figura 5.20 Pantalla de la consulta de pedidos [Fuente propia]

5.2.2.6 Registro de devolución de pedido

La Figura 5.21 muestra la pantalla para consultar el usuario que ha realizado el pedido. Luego se muestra la pantalla de la Figura 5.22 para registrar las calificaciones y comentarios del libro pedido.

Ingrese el código del usuario

Figura 5.21 Pantalla para buscar al usuario en la devolución de pedidos [Fuente propia]

Figura 5.22 Pantalla del registro de devolución de pedido [Fuente propia]

5.2.3 Servicios web del componente biblios-ws

Según la Figura 4.17 el sistema propuesto está compuesto por dos componentes principales:

- BIBLIOS.war (Frontend).
- biblios-ws (Backend).

Los principales servicios web Rest expuestos por el Backend se detallan a continuación.

5.2.3.1 Recomendar primeros libros

URL	http://IP_SERVER:PUERTO/biblios-ws/servicios/libro/recomendarPrimerosLibros
	Donde: <ul style="list-style-type: none"> • IP_SERVER: IP del servidor donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.war • PUERTO: Puerto del servidor Tomcat, donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.
Tipo	POST
Content-Type	application/json
Entrada	<pre>{ "idUsuario":19 }</pre>
	Donde: idUsuario : Identificador del usuario del sistema.
Salida	<pre>[{ "codigoLibro": 163,</pre>

	<pre> "clasificacion": "QA76.9.A43.D71", "titulo": "ANALISIS Y DISEÑO ALGORITMOS", "anio": 2015, "autor": "ARTURO DIAZ PULIDO", "numeroIngreso": "0", "codBarras": "123456789", "ejemItem": "0", "numeroCalificaciones": 1, "ultCalifEntendible": 8, "califAcumEntendible": 8, "califEntendible": 8.0, "ultCalifActualizado": 8, "califAcumActualizado": 8, "califActualizado": 8.0, "ultCalifTeoria": 9, "califAcumTeoria": 9, "califTeoria": 9.0, "ultCalifPractica": 9, "califAcumPractica": 9, "califPractica": 9.0, "ultCalifComentario": 8, "califAcumComentario": 8, "califComentario": 8.0, "calificacionPromedio": 8.4, "numPedidos": 1, "codEditorial": "EDITORIAL", "estadoLibro": "1" }, ... </pre>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 5.4 Descripción del servicio "Recomendar primeros libros" [Fuente propia]

5.2.3.2 Recomendar libros por curso

URL	<p>http://IP_SERVER:PUERTO/biblios-ws/servicios/libro/recomedarLibrosPorCursos</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IP_SERVER: IP del servidor donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.war • PUERTO: Puerto del servidor Tomcat, donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.
Tipo	POST
Content-Type	application/json
Entrada	<pre>{ "curso": { "codigoCurso": "201001" }, "usuarioResponsable": { "codUsuario": "12200134" } }</pre> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • curso: Curso seleccionado a partir del cual se realizará la recomendación. • usuarioResponsable: Usuario que realiza la consulta de la recomendación.
Salida	<pre>[{ "codigoLibro": 1026, "clasificacion": "QA76.9.A43.J79", "titulo": "FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN", "anio": 2003, "autor": "LUIS JOYANES AGUILAR;LUIS JOYANES AGUILAR", "numeroIngreso": "0", "codBarras": "123456789", "ejemItem": "0", "numeroCalificaciones": 1, "ultCalifEntendible": 10, "califAcumEntendible": 10, "califEntendible": 10, "ultCalifActualizado": 9, "califAcumActualizado": 9, "califActualizado": 9, "ultCalifTeoria": 10, "califAcumTeoria": 10, "califTeoria": 10, "ultCalifPractica": 8, "califAcumPractica": 8, "califPractica": 8, "ultCalifComentario": 8, "califAcumComentario": 8, "califComentario": 8, "calificacionPromedio": 9, "numPedidos": 1, "codEditorial": "EDITORIAL", "estadoLibro": "1" }, ...]</pre>

Tabla 5.5 Descripción del servicio "Recomendar libros por curso" [Fuente propia]

5.2.3.3 Recomendar libros por descriptores

URL	<p>http://IP_SERVER:PUERTO/biblios-ws/servicios/libro/recomendarLibrosPorDescriptores</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> IP_SERVER: IP del servidor donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.war PUERTO: Puerto del servidor Tomcat, donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.
Tipo	POST
Content-Type	application/json
Entrada	<pre>["842", "340", "335", "336", "331"]</pre> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cada número en formato de cadena de caracteres es el código de un descriptor seleccionado.
Salida	<pre>[{ "codigoLibro": 240, "clasificacion": "QA76.9.A43.I61", "titulo": "INTRODUCCION AL DISEÑO Y ANALISIS DE ALGORITMOS", "anio": 2007, "autor": "R. C. T. LEE;S. S. TSENG;R. C. CHANG;Y. T. TSAI", "numeroIngreso": "0", "codBarras": "123456789", "ejemItem": "0", "numeroCalificaciones": 2, "ultCalifEntendible": 8, "califAcumEntendible": 16, "califEntendible": 8, "ultCalifActualizado": 4, "califAcumActualizado": 11, "califActualizado": 5.5, "ultCalifTeoria": 9, "califAcumTeoria": 16, "califTeoria": 8, "ultCalifPractica": 9, "califAcumPractica": 16, "califPractica": 8, "ultCalifComentario": 8, "califAcumComentario": 16, "califComentario": 8, "calificacionPromedio": 7.5, "numPedidos": 2, "codEditorial": "EDITORIAL", "estadoLibro": "1" }, ...]</pre>

Tabla 5.6 Descripción del servicio "Recomendar libros por descriptores" [Fuente propia]

5.2.3.4 Obtener comentarios del libro

URL	http://IP_SERVER:PUERTO/biblios-ws/servicios/libro/obtenerComentariosDeLibro
	Donde: <ul style="list-style-type: none"> • IP_SERVER: IP del servidor donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.war • PUERTO: Puerto del servidor Tomcat, donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.
Tipo	POST
Content-Type	application/json
Entrada	<pre>{ "clasificacion": "HB171.5.M22" }</pre>
	Donde: <ul style="list-style-type: none"> • clasificación: Clasificación del libro a consultar.
Salida	<pre>[{ "usuario": { "idUserio": 140, "usuario": null, "contrasena": null, "codUsuario": "12200134", "nombres": "DENIS", "apellidos": "HUAMAN ACUÑA", "correo": null, "tipoUsuario": null, "estadoUsuario": 0 }, "pedido": { "codigoPedido": 0, "fechaPedido": null, "horaPedido": null, "fechaDevuelto": "20181121", "horaDevuelto": "225136", "devuelto": null, "comentario": "El libro tiene buen nivel teórico. Es adecuado para iniciar en el tema.", "estadoPedido": null, "polaridadComentarioPedido": null, "califComentarioPedido": 8, "pIdCopiaExt": 0, "pMaterialIdExt": 0, "pNumeroCopiaExt": 0, "pCalificacionLibroEntendible": 0, "pCalificacionLibroActualizado": 0, "pCalificacionLibroTeoria": 0, "pCalificacionLibroPractica": 0 } }, ...]</pre> Donde: <ul style="list-style-type: none"> • usuario: Datos principales del usuario que realizado el comentario. • pedido: Datos principales del pedido realizado, contiene el comentario acerca del libro prestado.

Tabla 5.7 Descripción del servicio "Obtener comentarios del libro" [Fuente propia]

5.2.3.5 Procesar petición

5.2.3.5.1 Solicitar libro

URL	<p>http://IP_SERVER:PUERTO/biblios-ws/servicios/orquestador/procesar-peticion</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> IP_SERVER: IP del servidor donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.war PUERTO: Puerto del servidor Tomcat, donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.
Tipo	POST
Content-Type	application/json
Entrada	<pre>{ "libroASolicitar": { "codigoLibro": 755, "clasificacion": "QA76.73.C15.E93", "titulo": "ESTRUCTURA DE DATOS EN C", "anio": 2005, "autor": "LUIS JOYANES AGUILAR;LUCAS SANCHEZ GARCIA;IGNACIO ANGULO MARTINEZ;MATILDE FERNANDEZ AZUELA", "numeroIngreso": "0", "codBarras": "123456789", "ejemItem": "0", "numeroCalificaciones": 1, "ultCalifEntendible": 8, "califAcumEntendible": 8, "califEntendible": 8.0, "ultCalifActualizado": 7, "califAcumActualizado": 7, "califActualizado": 7.0, "ultCalifTeoria": 9, "califAcumTeoria": 9, "califTeoria": 9.0, "ultCalifPractica": 8, "califAcumPractica": 8, "califPractica": 8.0, "ultCalifComentario": 4, "califAcumComentario": 4, "califComentario": 4.0, "calificacionPromedio": 7.2, "numPedidos": 1, "codEditorial": "EDITORIAL", "estadoLibro": "1" }, "descriptoresSeleccionados": [{ "codigoDescriptor": 842, "nombreDescriptor": "ALGORITMOS DE BUSQUEDA", "estadoDescriptor": "1" }, { "codigoDescriptor": 122, "nombreDescriptor": "ALGORITMOS DE ORDENACION", "estadoDescriptor": "1" }] }</pre>

	<pre>], "usuarioResponsable": { "idUsuario": 140, "usuario": "12200134@unmsm.edu.pe", "contrasena": "12200134", "codUsuario": "12200134", "nombres": "Denis", "apellidos": "Huaman Acuña", "correo": "12200134@unmsm.edu.pe", "tipoUsuario": "1", "estadoUsuario": 1 }, "recomendacionPorCurso": false, "tipoProceso": 1 } </pre> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • libroASolicitar: Datos del libro a solicitar. • descriptoresSeleccionados: Descriptores que el usuario ha seleccionado para consultar una recomendación. • usuarioResponsable: Usuario que solicita el libro. • recomendacionPorCurso: <ul style="list-style-type: none"> ○ True: La recomendación se realizó a partir de un curso. ○ False: La recomendación se realizó a partir de los descriptores seleccionados. • tipoProceso: <ul style="list-style-type: none"> ○ 1: Solicitar pedido/pre-procesar pedido.
Salida	<pre> { "codigoResponse": "0", "mensaje": "Se registró su pedido exitosamente. Espere que el (la) administrador(a) del sistema atienda su pedido." } </pre> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • codigoResponse: <ul style="list-style-type: none"> ○ 0: OK. ○ 1: No se pudo registrar el pedido. ○ -1: Error al procesar el pedido. • mensaje: Mensaje descriptivo de la respuesta.

Tabla 5.8 Descripción del servicio "Procesar petición" para solicitar un libro [Fuente propia]

5.2.3.5.2 Aceptar pedido

URL	<p>http://IP_SERVER:PUERTO/biblios-ws/servicios/orquestador/procesar-peticion</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> IP_SERVER: IP del servidor donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.war PUERTO: Puerto del servidor Tomcat, donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.
Tipo	POST
Content-Type	application/json
Entrada	<pre>{ "detallePedido": { "pedido": { "codigoPedido": 111, "fechaPedido": "20181127", "horaPedido": "001742", "devuelto": "2", "comentario": "Sin comentarios", "estadoPedido": "1", "califComentarioPedido": 0, "pCalificacionLibroEntendible": 0, "pCalificacionLibroActualizado": 0, "pCalificacionLibroTeoria": 0, "pCalificacionLibroPractica": 0 }, "usuario": { "idUsuario": 140, "usuario": "12200134@unmsm.edu.pe", "codUsuario": "12200134", "nombres": "DENIS", "apellidos": "HUAMAN ACUÑA", "correo": "12200134@unmsm.edu.pe", "estadoUsuario": 0 }, "libro": { "codigoLibro": 755, "clasificacion": "QA76.73.C15.E93", "titulo": "ESTRUCTURA DE DATOS EN C", "anio": 2005, "autor": "LUIS JOYANES AGUILAR;LUCAS SANCHEZ GARCIA;IGNACIO ANGULO MARTINEZ;MATILDE FERNANDEZ AZUELA", "numeroIngreso": "0", "codBarras": "123456789", "ejemItem": "0", "numeroCalificaciones": 1, "ultCalifEntendible": 8, "califAcumEntendible": 8, "califEntendible": 8.0, "ultCalifActualizado": 7, "califAcumActualizado": 7, "califActualizado": 7.0, "ultCalifTeoria": 9, "califAcumTeoria": 9, "califTeoria": 9.0, "ultCalifPractica": 8,</pre>

	<pre> "califAcumPractica": 8, "califPractica": 8.0, "ultCalifComentario": 4, "califAcumComentario": 4, "califComentario": 4.0, "calificacionPromedio": 7.2, "numPedidos": 1, "codEditorial": "EDITORIAL", "estadoLibro": "1" }, "descriptoresTemporales": [{ "codigoDescriptor": 122, "nombreDescriptor": "ALGORITMOS DE ORDENACION" }, { "codigoDescriptor": 842, "nombreDescriptor": "ALGORITMOS DE BUSQUEDA" }] }, "pedidoAceptado": true, "tipoProceso": 2 } </pre> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • detallePedido: Objeto que contiene los datos del objeto pedido a aceptar, del usuario que realizó el pedido, los datos del libro pedido y los descriptores que el usuario seleccionó al realizar el pedido. • pedidoAceptado: <ul style="list-style-type: none"> ○ true: El pedido fue aceptado. ○ false: El pedido fue rechazado. • tipoProceso: <ul style="list-style-type: none"> ○ 2: Procesar pedido.
Salida	<pre> { "codigoResponse": 0, "mensaje": "Se procesó el pedido exitosamente" } </pre> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • codigoResponse: <ul style="list-style-type: none"> ○ 0: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceptar pedido: Se procesó el pedido exitosamente ▪ Rechazar pedido: El pedido no fue aceptado. Así que se eliminó. ○ 1: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aceptar pedido: No se pudo procesar el pedido. ▪ Rechazar pedido: Ocurrió un error al rechazar el pedido. ○ -1: Ocurrió un error al procesar el pedido. • mensaje: Detalle de la respuesta.

Tabla 5.9 Descripción del servicio "Procesar petición" para aceptar un pedido [Fuente propia]

5.2.3.5.3 Devolver pedido

URL	<p>http://IP_SERVER:PUERTO/biblios-ws/servicios/orquestador/procesar-peticion</p> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> IP_SERVER: IP del servidor donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.war PUERTO: Puerto del servidor Tomcat, donde se encuentra desplegado el componente biblios-ws.
Tipo	POST
Content-Type	application/json
Entrada	<pre>{ "tipoProceso": 3, "libroPedido": { "codigoLibro": 755, "clasificacion": "QA76.73.C15.E93", "titulo": "ESTRUCTURA DE DATOS EN C", "anio": 2005, "autor": "LUIS JOYANES AGUILAR;LUCAS SANCHEZ GARCIA;IGNACIO ANGULO MARTINEZ;MATILDE FERNANDEZ AZUELA", "numeroIngreso": "0", "codBarras": "123456789", "ejemItem": "0", "numeroCalificaciones": 1, "ultCalifEntendible": 8, "califAcumEntendible": 8, "califEntendible": 8.0, "ultCalifActualizado": 7, "califAcumActualizado": 7, "califActualizado": 7.0, "ultCalifTeoria": 9, "califAcumTeoria": 9, "califTeoria": 9.0, "ultCalifPractica": 8, "califAcumPractica": 8, "califPractica": 8.0, "ultCalifComentario": 4, "califAcumComentario": 4, "califComentario": 4.0, "calificacionPromedio": 7.2, "numPedidos": 2, "codEditorial": "EDITORIAL", "estadoLibro": "1" }, "calificacionEntendible": 9, "calificacionActualizado": 8, "calificacionTeoria": 9, "calificacionPractica": 8, "comentario": "El libro tiene un buen nivel práctico.", "usuarioLogeado": { "idUsuario": 140, "usuario": "12200134@unmsm.edu.pe", "codUsuario": "12200134", "nombres": "DENIS", "apellidos": "HUAMAN ACUÑA", "correo": "12200134@unmsm.edu.pe",</pre>

	<pre>"tipoUsuario": "1", "estadoUsuario": 1 } }</pre> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tipoProceso: <ul style="list-style-type: none"> ○ 3: Devolución de pedido. • libroPedido: Datos del libro a devolver y calificar. • calificacionEntendible: Calificación del libro con respecto al criterio “Nivel de entendimiento del libro”. • calificacionActualizado: Calificación del libro con respecto al criterio “Nivel de actualización del libro”. • calificacionTeoria: Calificación del libro con respecto al criterio “Nivel teórico del libro”. • calificacionPractica: Calificación del libro con respecto al criterio “Nivel práctico del libro”. • comentario: Comentario acerca del libro. • usuarioLogeado: Datos principales del usuario que realizó el pedido.
Salida	<pre>{ "codigoResponse": "0", "mensaje": "Se realizó la devolución exitosamente" }</pre> <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • codigoResponse: <ul style="list-style-type: none"> ○ 0: Se realizó la devolución exitosamente. ○ 1: No se pudo actualizar el pedido. ○ -1: Error en el proceso de devolución de libro. • mensaje: Detalle de la respuesta.

Tabla 5.10 Descripción del servicio "Procesar petición" para devolver un libro [Fuente propia]

Capítulo VI: Validación

6.1 Base teórica de la evaluación

Según [E. CINGOLANI, 2014], se puede realizar una “Evaluación a través de Estudios de Usuarios” para evaluar el sistema de recomendación. Para ello se reúne a un conjunto limitado de personas para interactuar con el sistema recomendador. Durante las pruebas se debe observar al usuario y recaudar la mayor cantidad de mediciones cuantitativas y datos cualitativos. Además es el único tipo de evaluación que permite reunir datos cualitativos que son importantes para interpretar datos cuantitativos.

Según [E. CINGOLANI, 2014], es conveniente realizar una prueba piloto antes de aplicar este método para solucionar problemas de funcionamiento que el sistema recomendador pueda presentar, de tal forma que no arruinen el desarrollo del estudio con usuarios.

6.2 Proceso de validación

6.2.1 Determinación de datos cualitativos

De acuerdo al punto 6.1, los datos cualitativos a tomados en cuenta son:

- Nivel de entendimiento del libro.
- Actualización del libro.
- Nivel teórico del libro.
- Nivel práctico del libro.
- Calidad de comentario.

Los datos citados se calificaron de 1 a 10, a excepción de la calidad de comentario que será de 0 a 10. La calidad de comentario fue interpretado por un servicio de análisis de sentimiento de la web de Meaning Cloud.

Se tuvo en cuenta la escala de valores de la Tabla 6.1 para cuantificar los datos mencionados anteriormente. La escala de valores solo contempla números enteros, en caso de existir números reales, se redondeará.

Intervalo	Descripción
[9, 10]	<ul style="list-style-type: none">• Altamente entendible.• Muy actualizado.• Excelente nivel teórico.• Excelente nivel práctico.• Comentario muy favorable acerca de la recomendación del libro.
[7, 8]	<ul style="list-style-type: none">• Entendible.• Actualizado.• Buen nivel teórico.

	<ul style="list-style-type: none"> • Buen nivel práctico. • Comentario favorable acerca de la recomendación de la recomendación del libro.
[5, 6]	<ul style="list-style-type: none"> • Medianamente entendible. • Medianamente actualizado. • Nivel teórico regular. • Nivel práctico regular. • Comentario aceptable acerca de la recomendación del libro.
[3, 4]	<ul style="list-style-type: none"> • Incomprensible. • Desactualizado. • Nivel teórico bajo. • Nivel práctico bajo. • Comentario negativa acerca de la recomendación del libro.
[0, 2]	<ul style="list-style-type: none"> • Totalmente incomprensible. • Muy desactualizado. • Nivel teórico muy bajo. • Nivel práctico muy bajo. • Comentario muy negativo acerca de la recomendación del libro.

Tabla 6.1 Intervalo de puntajes para calificar un libro [Fuente propia]

6.2.2 Determinación de grupo de usuarios

Para la prueba se tuvo en cuenta 24 usuarios, entre estudiantes de pre-grado, egresados y de otras facultades de la UNMSM que solicitaron por lo menos un libro y lo calificaron. En total se realizaron 108 pedidos de libros. Denotaremos a los usuarios de la siguiente manera $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_{24}\}$ y los pedidos $P = \{p_1, p_2, p_3, \dots, p_{108}\}$.

6.2.3 Ejecución de la prueba

Para tener un puntaje por cada pedido, se promediará la calificación de cada tópico detallada en el punto 6.2.1. La Tabla 6.2 muestra las calificaciones que dieron los usuarios al devolver los libros prestados. La calificación del comentario dado por el usuario lo obtuvo el sistema por medio de la asignación de un puntaje de acuerdo a la polaridad que retornará el servicio web de Meaning Cloud.

Pedidos	Usuarios	Calificación entendible	Calificación actualizado	Calificación teoría	Calificación práctica	Calificación comentario	Promedio
p1	u1	2	1	9	5	0	3.4
p2	u2	8	8	8	4	6	6.8
p3	u3	7	4	8	4	0	4.6
p4	u4	7	7	10	6	10	8
p5	u4	9	7	8	6	4	6.8

p6	u4	6	6	8	8	8	7.2
p7	u3	6	8	4	9	8	7
p8	u3	7	10	4	10	8	7.8
p9	u3	9	7	5	9	8	7.6
p10	u5	7	8	7	4	8	6.8
p11	u6	7	5	7	6	8	6.6
p12	u6	9	8	8	6	10	8.2
p13	u6	9	8	8	8	8	8.2
p14	u7	4	3	4	8	0	3.8
p15	u7	8	5	5	9	8	7
p16	u7	4	5	8	8	0	5
p17	u8	7	7	9	2	10	7
p18	u8	8	2	5	8	10	6.6
p19	u9	8	6	5	10	8	7.4
p20	u9	8	7	5	9	8	7.4
p21	u9	8	10	9	5	8	8
p22	u9	9	8	7	10	8	8.4
p23	u10	5	4	5	7	0	4.2
p24	u10	5	5	4	4	4	4.4
p25	u10	9	8	9	9	8	8.6
p26	u10	7	7	7	6	10	7.4
p27	u7	7	5	9	7	8	7.2
p28	u7	5	4	9	6	10	6.8
p29	u11	9	5	9	9	8	8
p30	u5	6	7	8	4	8	6.6
p31	u5	5	5	4	7	0	4.2
p32	u5	4	6	3	8	6	5.4
p33	u5	7	7	8	5	8	7
p34	u12	7	3	7	5	8	6
p35	u6	9	9	9	8	8	8.6
p36	u6	7	7	9	7	4	6.8
p37	u6	9	8	9	9	10	9
p38	u6	8	7	8	7	8	7.6
p39	u13	7	5	8	4	10	6.8
p40	u13	7	9	6	4	6	6.4
p41	u14	9	6	9	9	8	8.2
p42	u14	9	7	7	5	8	7.2
p43	u14	9	9	9	8	8	8.6
p44	u14	9	6	9	9	10	8.6
p45	u15	9	8	7	10	8	8.4
p46	u15	9	8	10	8	8	8.6

p47	u15	9	9	9	9	10	9.2
p48	u15	9	9	7	9	10	8.8
p49	u10	9	8	9	9	8	8.6
p50	u10	8	7	9	8	4	7.2
p51	u10	9	8	9	9	8	8.6
p52	u10	7	7	7	7	4	6.4
p53	u16	7	7	8	7	8	7.4
p54	u16	7	5	6	6	4	5.6
p55	u16	8	7	6	7	8	7.2
p56	u3	7	9	8	4	8	7.2
p57	u3	9	6	7	8	6	7.2
p58	u3	8	4	9	4	0	5
p59	u3	5	4	7	3	4	4.6
p60	u3	7	4	8	5	8	6.4
p61	u17	10	8	8	8	8	8.4
p62	u4	7	8	8	8	0	6.2
p63	u4	9	8	9	8	4	7.6
p64	u4	9	8	10	9	10	9.2
p65	u4	10	9	10	10	8	9.4
p66	u5	7	7	6	7	8	7
p67	u5	8	7	9	6	8	7.6
p68	u5	7	6	5	7	4	5.8
p69	u18	8	6	7	5	6	6.4
p70	u19	7	6	7	8	6	6.8
p71	u19	7	5	8	9	10	7.8
p72	u19	9	4	3	9	10	7
p73	u6	8	6	7	7	8	7.2
p74	u6	7	5	6	5	0	4.6
p75	u6	7	6	8	5	8	6.8
p76	u6	7	6	6	8	10	7.4
p77	u6	7	4	7	6	0	4.8
p78	u6	7	5	6	7	8	6.6
p79	u12	7	3	5	6	2	4.6
p80	u12	8	7	7	7	8	7.4
p81	u12	7	7	7	7	8	7.2
p82	u20	8	7	8	8	8	7.8
p83	u20	9	7	9	9	8	8.4
p84	u20	8	8	9	9	8	8.4
p85	u3	10	6	8	4	8	7.2
p86	u21	9	5	8	8	8	7.6
p87	u21	4	5	7	5	6	5.4

p88	u21	9	3	6	6	0	4.8
p89	u21	10	6	8	8	10	8.4
p90	u7	6	6	7	4	8	6.2
p91	u22	7	7	8	9	8	7.8
p92	u22	8	7	8	8	8	7.8
p93	u23	9	8	9	7	0	6.6
p94	u23	8	8	9	8	0	6.6
p95	u4	9	8	9	9	8	8.6
p96	u4	6	6	7	8	4	6.2
p97	u4	9	7	9	3	0	5.6
p98	u4	7	7	7	8	4	6.6
p99	u4	7	8	9	9	0	6.6
p100	u4	10	9	10	8	8	9
p101	u7	8	8	9	9	8	8.4
p102	u7	7	7	5	7	0	5.2
p103	u17	9	8	9	7	8	8.2
p104	u17	7	8	10	6	6	7.4
p105	u24	9	9	10	2	8	7.6
p106	u24	9	4	7	8	0	5.6
p107	u24	10	7	9	5	8	7.8
p108	u24	8	9	9	4	8	7.6
Totales		7.648148148	6.555555556	7.537037037	6.962962963	6.425925926	7.025925926

Tabla 6.2 Tabla de calificaciones de los usuarios a cerca de los libros pedidos [Fuente propia]

6.2.4 Resultados

A continuación se describen los resultados de las pruebas realizadas de acuerdo a los criterios citados en el punto 6.2.1.

6.2.4.1 Nivel de entendimiento del libro

De la Tabla 6.2 se desprende el Gráfico 6.1, donde el 95.38% de las recomendaciones de los libros fueron calificados de manera favorable según el criterio del nivel de entendimiento del libro, es decir, la mayoría de recomendaciones los libros fueron considerados altamente entendibles, entendibles y medianamente entendibles.

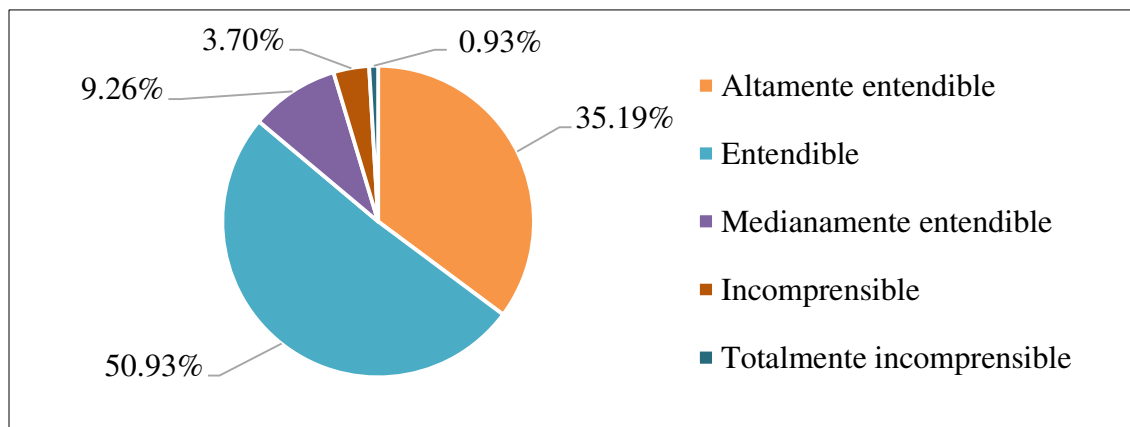


Gráfico 6.1 Calificaciones de las recomendaciones de libros según el nivel de entendimiento del libro [Fuente propia]

6.2.4.2 Nivel de actualización del libro

El Gráfico 6.2 muestra que el 86.11% de las recomendaciones de libros fueron calificadas de manera favorable según el criterio de nivel de actualización, es decir, en la mayoría de las recomendaciones los libros fueron considerados medianamente actualizados, actualizados y muy actualizados por los usuarios.

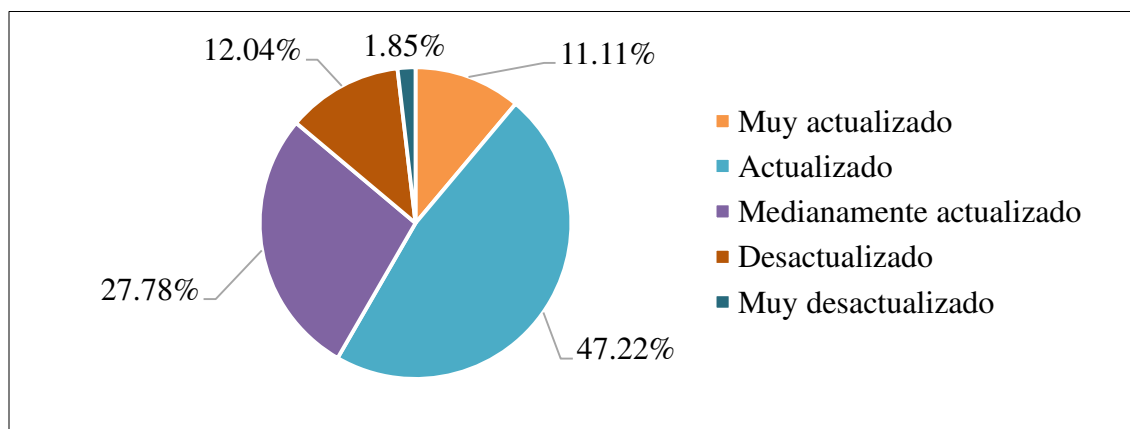


Gráfico 6.2 Calificaciones de las recomendaciones de libros según el nivel de actualización del libro [Fuente propia]

6.2.4.3 Nivel teórico del libro

El Gráfico 6.3 muestra que el 93.52% de las recomendaciones fueron calificadas de manera favorable según el nivel teórico del libro, es decir, en la mayoría de las recomendaciones los libros fueron considerados por los usuarios como excelentes, buenos y regulares en el nivel teórico.

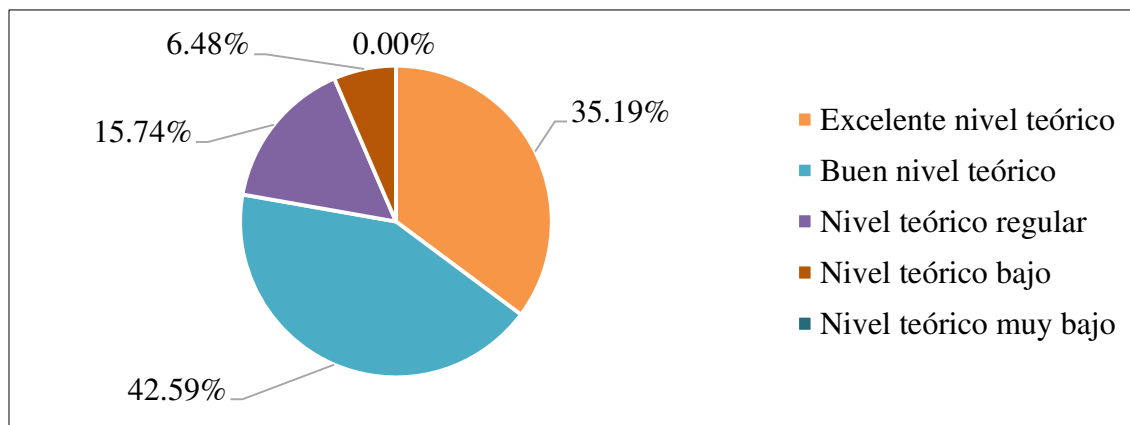


Gráfico 6.3 Calificaciones de las recomendaciones de libros según el nivel teórico del libro
[Fuente propia]

6.2.4.4 Nivel práctico del libro

El Gráfico 6.4 muestra que 85.19% de las recomendaciones fueron calificadas de manera favorable según el nivel práctico del libro, es decir, en la mayoría de las recomendaciones los libros fueron considerados por los usuarios como excelente, bueno y regular de acuerdo al nivel práctico.

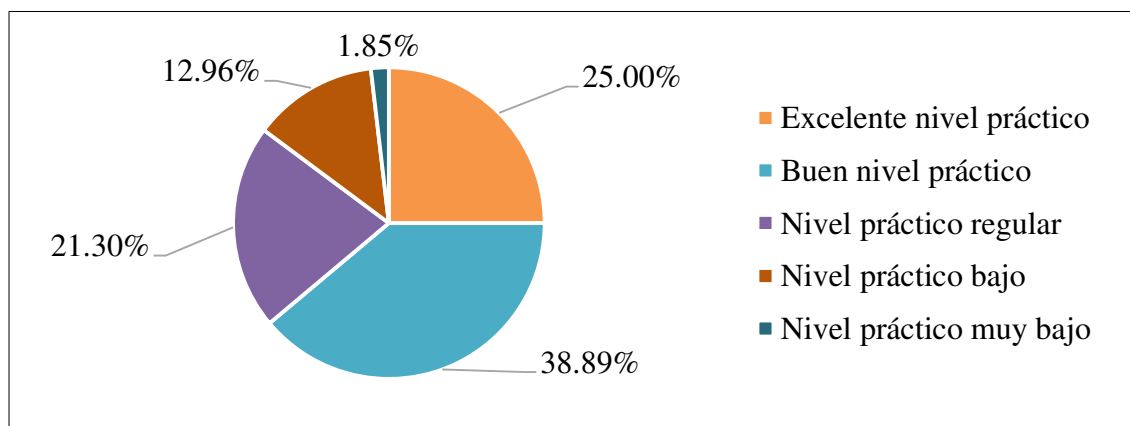


Gráfico 6.4 Calificaciones de las recomendaciones de libros según el nivel práctico [Fuente propia]

6.2.4.5 Calidad de los comentarios

El Gráfico 6.5 muestra que aproximadamente el 73.15% de las recomendaciones de libros tuvieron un comentario aceptable por parte de los usuarios.

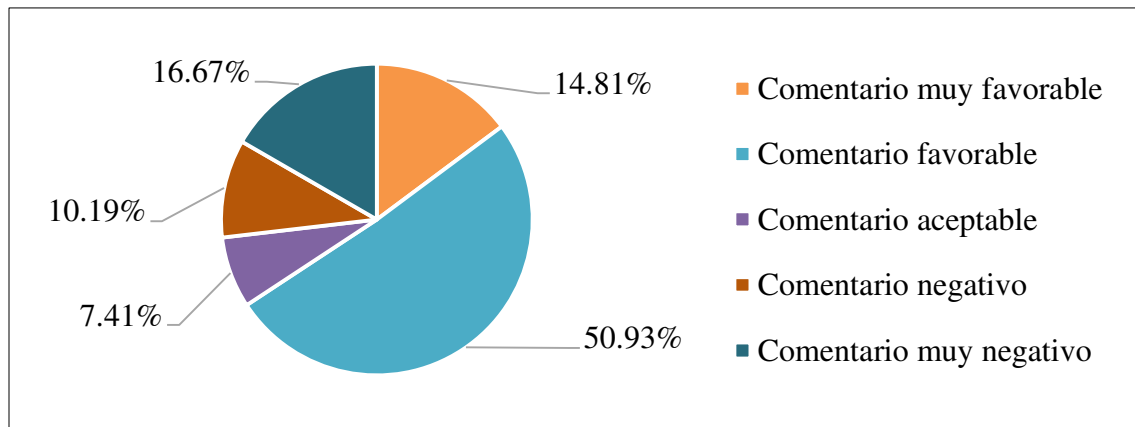



Gráfico 6.5 Calificaciones de las recomendaciones de libros según comentarios de los usuarios
[Fuente propia]

En la Tabla 6.2 muestra que el promedio general de las calificaciones es **7.025925926**, redondeando es 7. Por lo tanto, teniendo en cuenta los intervalos de las calificaciones de la Tabla 6.1 y los resultados de los diferentes criterios citados anteriormente, las recomendaciones realizadas por el sistema de recomendación propuesto son buenas para el usuario.

6.3 Constancia de validación

A continuación se presenta la constancia de las pruebas realizadas en la Biblioteca de la FISI firmada por el Vicedecano Académico de la FISI de la UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
UNIDAD DE BIBLIOTECA, HEMEROTECA Y CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

Ciudad Universitaria, 19 de noviembre del 2018

OFICIO N° 00057-FISI-VDA-UBHCD-2018

Señor Doctor
Hugo Vega Froilán Huerta
Vicedecano Académico – FISI

Referencia: Expediente N° 06928-FISI-2018

Es grato dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente y a la vez dar respuesta al expediente de la referencia para lo cual informo lo siguiente:


- El Sr. Denis Gianpier Huamán Acuña, se acercó a conversar conmigo a fines del mes de julio para que le pudiera dar las facilidades de información que necesitaba para el desarrollo del sistema de recomendaciones de libros, llamado BIBLIOS que forma parte de su proyecto de tesis.
- En el mes de agosto y setiembre se le brindó las facilidades como la base de datos de los libros y usuarios en coordinación con los alumnos que estaban desarrollando el sistema de préstamos de libros.
- En los meses de octubre y mediados de noviembre, ya se estaba y se sigue realizando las pruebas del sistema de recomendaciones de libros en un 90 % del avance entre 24 alumnos de pregrado, egresados y externos de la facultad y 108 pedidos que se utilizaron recursos 2 PC de biblioteca (1 para el administrador y otro para los usuarios).
- El Sr. tiene acceso a los libros pero con supervisión del personal de biblioteca y hasta la fecha se le sigue dando las facilidades del caso.
- El sistema tiene la siguiente funcionalidades:

Problemas que busca solucionar el software:

- **Principal:** Los estudiantes de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos no cuentan con una ayuda automatizada para poder seleccionar el libro más adecuado en función a un requerimiento específico, de acuerdo al material con la que contaría las bibliotecas y teniendo en cuenta en tener una base de datos completa del material.
- **Secundarios:** Los usuarios de las bibliotecas de la UNMSM no cuentan con una ayuda automatizada el cual no le permite por el escaso material actualizado dentro de las bibliotecas ya que eso conllevaría a escanear un material completo, y así puedan tener más sugerencias de recomendación del material bibliográfico para su conocimiento previos.

Los usuarios de las bibliotecas de la UNMSM no cuentan con una ayuda automatizada que les permitan conocer la opinión de los usuarios acerca de los libros respecto a diferentes criterios que les interesen.

//..



Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática – Unidad de Biblioteca, Hemeroteca y Centro de Documentación Tercer piso – Av. Germán

Figura 6.1 Constancia del proceso de validación, 2018 (1) [Fuente propia]



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
UNIDAD DE BIBLIOTECA, HEMEROTECA Y CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

„// Continuación del Oficio N° 00057- FISI-VDA-UBHCD-2018

Requerimientos funcionales

- Recomendación de libro.
- Consulta de pedidos.
- Calificación de pedidos.
- Devolución de pedido.
- Registro de usuario.
- Registro de libros.
- Registro de cursos.
- Registro de campos de estudio.

Actores del sistema:

- *Administrador:* Persona encargada de dar mantenimiento al sistema, aceptar, rechazar el pedido y devolver el préstamo.
- *Usuario principal (alumnos pregrado, postgrado, usuario externo y docente):* Personas que necesitan realizar la consulta para la recomendación de un libro.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal

Atentamente,


Sra. Maribel Luyo Armonde
Jefa (e) de la UBHCD



Figura 6.2 Constancia del proceso de validación, 2018 (2) [Fuente propia]



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Vicedecanato Académico

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Ciudad Universitaria, 21 de noviembre del 2018

CARTA N° 00264-FISI-VDA-2018

Sr. Denis Gianpier Huamán Acuña

Asunto : Realización de Pruebas del Software BIBLIOS

Ref. : Exp. N° 06928-FISI-2018
Oficio N° 00057-FISI-VDA-UBHCD-2018

Por la presente pongo de su conocimiento que con Oficio N° 00057-FISI-VDA-UBHCD-2018 la Jefa de la UBHCD informa que luego de haber apreciado en las instalaciones de la Biblioteca la demostración del software que usted a desarrollado denominado "Diseño e Implementación de un Sistema de Recomendación de Libros Basado en Ontologías Asociadas a Tesauros: El Caso de las Bibliotecas de la UNMSM", indica que cuenta con un avance del 90% respecto a los requerimientos que ella plantea, adjunto oficio de la referencia.

Sin otro particular hago propicia la oportunidad para reiterarle mi especial y distinguida consideración.

Atentamente,



Dr. Hugo Frohán Vega Huerta
Vicedecano Académico

ean.

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática – Vicedecanato Académico, 3er. Piso / av. Germán Amézaga N° 375 – Ciudad Universitaria, Lima 1 Teléfono: 6197000 anexo: 3607

Figura 6.3 Constancia del proceso de validación, 2018 (3) [Fuente propia]

Capítulo VII: Conclusiones

7.1 Conclusiones

Como conclusiones de la presente tesis, se tienen las siguientes:

- En la prueba piloto, el sistema propuesto ayudó a los usuarios de la biblioteca a seleccionar un libro de acuerdo a sus requerimientos específicos.
- En la prueba piloto del sistema propuesto, el 95.38% de las recomendaciones de libros fueron de ayuda para comprender los conceptos o temas que los usuarios necesitaban.
- En la prueba piloto, el sistema propuesto permitió generar una retroalimentación de los libros entre los usuarios por medio de las calificaciones y los comentarios de otros usuarios.
- En la prueba piloto, el sistema propuesto ayudó al personal de biblioteca en su trabajo de servicio de referencia.

7.2 Recomendaciones

Como recomendación se tiene lo siguiente:

- Para la identificación de descriptores o tesauros en los libros, se recomienda que el personal encargado de realizar ello sean personas con conocimientos previos de los campos de estudio de los libros.
- Establecer una norma para que las bibliotecas de la UNMSM estandaricen el registro del contenido del libro en forma de descriptores o tesauros, teniendo en cuenta los descriptores prerequisite.
- Para relacionar los cursos con los libros en el sistema propuesto, el personal encargado debe tener conocimientos de los syllabus de los cursos que se dictan en la facultad, donde se implemente.
- Establecer una norma para que las bibliotecas de la UNMSM utilicen el sistema de recomendación propuesto de forma masiva.

7.3 Trabajos futuros

Se recomienda como trabajos futuros:

- Agregar al sistema propuesto más métricas de recomendación.
- Agregar al sistema propuesto la recomendación de tesis, revistas científicas y otros trabajos de investigación.
- Implementar la comunicación entre las bibliotecas de la UNMSM y el sistema propuesto, para tener una recomendación más personalizada en cualquier facultad de la UNMSM.

Referencias Bibliográficas

- [D. HUAMÁN, +, 2018]: Denis G. Huamán Acuña; Carlos A. Cánepa Pérez; Diseño de un Sistema de Recomendación de Libros y Tesis basado en Ontologías asociadas a Tesauros: El Caso de las Bibliotecas de la UNMSM, 2018; Revista: Revista Peruana de Computación y Sistemas 2018 1(2):13-24; DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/rpcs.v1i2.15379>
- [S. NARANJO, +, 2008]: Sandra Naranjo; Melissa Palacios; Diseño de un Servicio de Referencia Digital en la Biblioteca María Cristina Niño Michelsen del Politécnico Grancolombiano, 2008; Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Comunicación y Lenguaje – Carrera de Ciencias de la Información, Bogotá D.C.; URI: <http://hdl.handle.net/10554/5432>
- [K. TSUJI, +, 2014]: Keita Tsuji; Nobuya Takizawa; Sho Sato; Ui Ikeuchi; Atsushi Ikeuchi; Fuyuki Yoshikane; Hiroshi Itsumura; Book Recommendation Based on Library Loan Records and Bibliographic Information, 2014; Revista: Procedia – Social and Behavioral Sciences, University of Tsukuba, Japón; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.142>
- [J. RATHNAVEL, +, 2017]: Jayanti Rathnavel; Kavita Kelkar; Personalized Book Recommendation System, 2017; Department of Computer Engineering, K J Somaiya College of Engineering, Mumbai; Revista: International Journal Of Engineering And Computer Science ISSN:2319-7242; DOI: 10.18535/ijecs/v6i4.61
- [S. SAQUIB, +, 2013]: Shahab Saquib Sohail; Jamshed Siddiqui; Rashid Ali; Book Recommendation System Using Opinion Mining Technique, 2013; Dept. of Computer Science, Aligarh Muslim University, Aligarh, U.P.; Conferencia: 2013 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI); DOI: 10.1109/ICACCI.2013.6637421
- [ALGARABIA, 2018]: Algarabía; Top 10: Las bibliotecas más grandes del mundo, <http://algarabia.com/top-10/top-10-las-bibliotecas-mas-grandes-del-mundo/>, consultado octubre 2017.
- [J. XIE, +, 2015]: Jingzhen Xie; Lili Sun; Exploring Chinese Students' Perspective on Reference Services at Chinese Academic Libraries: A Case Study Approach, 2015; Revista: The Journal of Academic Librarianship; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2015.04.002>
- [E. NÚÑEZ, 2012]: Edward Rolando Núñez Valdéz; Tesis Doctoral: Sistemas de Recomendación de Contenidos para Libros Inteligentes, 2012, Universidad de Oviedo, Sistemas y servicios informáticos para Internet; URI: <http://di002.edv.uniovi.es/~cueva/investigacion/tesis/Tesis-Edward.pdf>
- [E. BÁRBARO, +, 2017]: Eric Bárbaro Utrera Sust; Alfredo Javier Simón Cuevas; Sistemas de recomendación semánticos: Una revisión del Estado del Arte, 2017; Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba; Revista: Revista Cubana de Ciencias Informáticas; URI: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992017000200014
- [M. SEGUIDO, 2009]: Miguel Seguido Font; Tesis de Máster: Sistemas de recomendación para webs de información sobre la salud, 2009, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad Politécnica de Catalunya; URI:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7193/Master%20Thesis%20Seguido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [N. GONZALEZ, +, 2015]: González Franco, Nimrod; Alejandres Sánchez, Hugo Omar; González Serna, Juan Gabriel; Arquitectura de un sistema de recomendación semántico sensible al contexto para entornos tipo campus, 2015; Instituto de Información Científica y Tecnológica, La Habana, Cuba; Revista: Ciencias de la Información; URI: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181439409002>
- [F.O. ISINKAYE, +, 2015]: F.O. Isinkaye; Y.O. Folajimi; B.A. Ojokoh; Recommendation systems: Principles, methods and evaluation, 2015; Revista: Egyptian Informatics Journal; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eij.2015.06.005>
- [M. CARO, +, 2011]: Manuel Fernando Caro Piñeres; Jaime Hernández; Jovani Alberto Jiménez Builes; Diseño de un Sistema de Recomendación en Repositorios de Objetos de Aprendizaje Basado en la Percepción del Usuario: Caso RODAS, 2011; Ciencia e Ingeniería Neogranadina; DOI: <https://doi.org/10.18359/rcin.270>
- [C. RANA, +, 2012]: Chhavi Rana; Sanjay Kumar Jain; Building a Book Recommender system using time based content Filtering, 2012; WSEAS TRANSACTIONS on COMPUTERS; URI: <https://pdfs.semanticscholar.org/62e0/e898c62f97ec947d839ff46c74014fc991b1.pdf>
- [K. LEE, +, 2014]: Kibeom Lee; Kyogu Lee; Escaping your comfort zone: A graph-based recommender system for finding novel recommendations among relevant items, 2014; Revista: Expert Systems with Applications; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.07.024>
- [J. LOPEZ, +, 2011]: J. López; E.R. Núñez-Valdéz; J.M. Cueva; O. Sanjuán; B. C. Pelayo; C. Montenegro; Plataforma de Recomendación de Contenidos Para Libros Electrónicos Inteligentes Basadas en el Comportamiento de los Usuarios, 2011; Revista: TECCIENCIA; URI: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5113295.pdf>
- [M. ANGELES, 2010]: María de los Ángeles Martin; Memoria Organizacional Basada en Ontologías y Casos para un Sistema de Recomendación en Aseguramiento de Calidad, 2010, Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. URI: http://postgrado.info.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/2014/07/Martin_Maria_de_los_Angeles.pdf
- [D. CARIDAD, +, 2014]: Dayana de la Caridad Rivero Hernández; Javier Vila Labrada; Yadira de las Mercedes Rivero Hernández; Ontologías. Integración de Esquemas, 2014; Revista: Tlatemoani - Revista Académica de Investigación; URI: <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/17/ontologias.html>
- [W3C, 2004]: W3C; Lenguajes de Ontologías Web (OWL); URI: <https://www.w3.org/2007/09/OWL-Overview-es.html>
- [L. CODINA, +, 2011]: Lluís Codina; Rafael Pedraza Jiménez; Tesoros y ontologías en sistemas de información documental, 2014; Revista: El profesional de la información; DOI: <https://doi.org/10.3145/epi.2011.sep.10>
- [M. SILVESTRINI, 2007]: María Silvestrini; TESAURO: RESUMEN EXPLICATIVO, 2007, Universidad Interamericana de Puerto Rico, Recinto de Ponce, Centro de Acceso a la Información, Oficina Desarrollo Destrezas de Información; URI: <http://ponce.inter.edu/cai/manuales/TESAURO.pdf>

- [E. CINGOLANI, 2014]: Enrique Antonio Cingolani; Tesis de Magister: Evaluación de Sistemas Recomendadores de Contenidos Educativos a través de Estudios de Usuarios, 2014, Universidad Abierta Interamericana, Argentina; URI: <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC114681.pdf>
- [COMPENDIOUNMSM, 2017]: Compendio Estadístico de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2017. URI: <http://ogpl.unmsm.edu.pe/compendios/Compendio2017/Cap%209-2017/9.34.xlsx>
- [A. RUIZ, +, 2010]: A. Ruiz-Iniesta; G. Jiménez-Díaz; M. Gómez-Albarrán; Personalización en Recomendadores Basados en Contenido y su Aplicación a Repositorios de Objetos de Aprendizaje, 2010; Revista: IEEE-RITA; URI: <http://rita.det.uvigo.es/201002/uploads/IEEE-RITA.2010.V5.N1.A6.pdf>
- [G. TOSKANO, 2005]: Gérard Bruno Toskano Hurtado; Monografía: El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores : aplicación en la selección del proveedor para la Empresa Gráfica Comercial MyE S.R.L.; Facultad de Ciencias Matemáticas, E.A.P. Investigación Operativa, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; URI: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/toskano_hg/toskano_hg.pdf
- [W. WINSTON, 2004]: Wayne L. Winston; Investigación de Operaciones, Aplicaciones y algoritmos, 2004, Thomsom, Cuarta Edición.
- [W3C, 2008]: W3C; SPARQL Query Language for RDF, 2008; URI: <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- [D. NARVAEZ, 2010]: David E. Narváez; Las Ontologías y el Lenguaje OWL 2, Universidad Tecnológica de Panamá, 2010; Revista: Prisma Tecnológico; URI: <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma/article/view/533/528>